

Dr. Nurhasan Syah, M.Pd.  
Yun Hendri Danhas, S.P., M.Si.

## Ekologi Industri

**PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG  
TELAH TERDAFTAR**  
JUDUL : EKOLOGI INDUSTRI  
PENGARANG : NURHASAN SYAH  
JENIS : BUKU  
NOMOR : 05/UN:35.13/PE/KI/2022  
TANGGAL : 10 JANUARI 2022



# EKOLOGI INDUSTRI

Nurhasan Syah & Yun Hendri Danhas

Desain Cover :  
Dwi Novidiantoko

Sumber :  
www.shutterstock.com

Tata Letak :  
Amira Dzatin Nabila

Proofreader :  
Mira Muarifah

PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
RAJAPALANG  
Ukuran :  
332 hlm, Uk: 15,5x23 cm

JUDUL :  
ISBN :  
978-623-02-2354-9 :  
Cetakan Pertama :  
Februari 2021 :  
Hak Cipta 2021, Pada Penulis

Isi di luar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2021 by Deepublish Publisher  
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang keras menjerjemahkan, memfotokopi, atau  
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini  
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT DEEPUBLISH**  
**(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)**  
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl. Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoarjo, Ngaglik, Sleman  
Jl. Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581  
Telp/Faks: (0274) 4533427  
Website: www.deepublish.co.id  
www.penerbitdeepublish.com  
E-mail: cs@deepublish.co.id

## SAMBUTAN REKTOR



Sebagaimana diketahui bahwa sektor industri sebagai salah satu sektor yang menyebabkan terjadinya permasalahan lingkungan saat ini. Sementara itu, sektor industri, mustahil bisa ditiadakan dari kehidupan manusia.

Oleh karena itu, sangat penting rasanya Ekologi Industri dijadikan sebuah paradigma bagi pelaku industri di masa depan yang ditunjang oleh kebijakan nasional.

Akhirnya

Saya memberikan penghargaan yang tinggi kepada tim penyusun buku Ekologi Industri ini yang telah melahirkan suatu karya.

Terimakasih.

Rektor,  
Universitas Negeri Padang

**Prof. Ganefri, Ph.D.**

## KATA PENGANTAR

Walaupun Buku Ekologi Industri sudah ada, tapi alasan kenapa buku yang di tangan anda ini perlu dibaca ialah karena sajian dalam buku ini tidak hanya sebatas pengetahuan saja, tapi secara sistematis memberikan struktur holistik terhadap Ekologi Industri sebagai satu disiplin ilmu. Sebagai suatu disiplin ilmu, ditinjau dari filosofinya tentu mampu menjelaskan dan memberi jawaban apa, bagaimana dan untuk apa. Pada buku ini, penulis telah memenuhi hal yang demikian.

Bahasa yang digunakan dalam buku ini memang diciptakan dialogis seolah terjadi diskusi antara pembaca dengan penulis dan penalaran pikiran pembaca akan menciptakan hasil analisis sendiri untuk menarik kesimpulan. Sistematika penyajian materi pada bahasan tentang ekologi, bersifat deduktif, yakni dari hal yang sudah konsep dan teoretis secara spesifik atau khusus menuju perluasan pada pola umum atau generalisasi situasi faktual. Selanjutnya mengerucut pada suatu pemahaman dan berdirinya Ekologi Industri untuk gerbang masa depan yang lebih baik.

Diharapkan, buku ini member tempat berlandasnya tujuan pengelolaan lingkungan dan memberikan tempat berpijak wawasan pengelolaan kualitas lingkungan untuk pengembangan kedepan. Semoga bermanfaat. Aamiin.

**Dr. Nurhasan Syah, M.Pd.**

# DAFTAR ISI

SAMBUTAN REKTOR.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Suatu Perspektif.....	1
B. Landasan Ekologi Industri.....	32
C. Resume .....	40
<b>BAB II PRINSIP EKOLOGI.....</b>	<b>42</b>
A. Ekologi Sebagai Ilmu.....	42
B. Ekosistem.....	49
C. Komunitas.....	58
D. Konsep Materi dan Energi.....	60
E. Konsep Daya Dukung.....	62
F. Konsep Adaptasi.....	64
G. Biosfer.....	67
H. Jaring-Jaring Kehidupan .....	69
I. Siklus Hidrologi.....	71
J. Faktor Pembatas.....	73
K. Resume .....	76
<b>BAB III KEPENDUDUKAN LINGKUNGAN HIDUP .....</b>	<b>84</b>
A. Pendahuluan.....	84
B. Kependudukan .....	85
C. Keseimbangan Lingkungan .....	94
D. Perubahan Lingkungan .....	96
E. Lingkungan Sebagai Sumber daya.....	99
F. Permasalahan Lingkungan .....	109
G. Degradasi Lingkungan .....	113
H. Penyebab Degradasi Lingkungan .....	121
I. Manusia dalam Sistem Lingkungan.....	126

<b>BAB IV</b>	<b>INDUSTRI DAN INDUSTRIALISASI.....</b>	<b>129</b>
	A. Pengertian Industri .....	129
	B. Penggolongan Industri .....	130
	C. Manusia dan Industrialisasi.....	134
	D. Industrialisasi di Indonesia.....	135
	E. Dampak Industrialisasi.....	138
	F. Industri dan Konsekuensinya .....	141
	G. Limbah Industri.....	141
	H. Sistem Pengelolaan Limbah Industri .....	150
	I. Manusia dan Industri dalam Perspektif Ilmu Lingkungan .....	158
<b>BAB V</b>	<b>PERTUMBUHAN EKONOMI DAN NILAI LINGKUNGAN .....</b>	<b>161</b>
	A. Manusia Sebagai MakhluK Ekonomi .....	162
	B. Derajat Penurunan Nilai Lingkungan.....	163
	C. Paradigma Baru: Manusia sebagai MakhluK Ekologis .....	165
<b>BAB VI</b>	<b>PARADIGMA EKOLOGI VS INDUSTRI .....</b>	<b>166</b>
	A. Pendahuluan.....	166
	B. Paradigma Lama .....	167
	C. Ekologi dan Sumber Daya Lingkungan serta Ekonomi.....	168
	D. Dilematik Industri .....	169
<b>BAB VII</b>	<b>PARADIGMA EKOLOGI INDUSTRI .....</b>	<b>172</b>
	A. Tinjauan Keilmuan.....	172
	B. Konsep Ekologi Industri .....	174
	C. Prinsip Ekologi Industri .....	178
	D. Metabolisme Industri .....	180
	E. Simbiosis Industri .....	180
	F. Ekologi Industri dan Pembangunan Berkelanjutan .....	187
	G. Resume.....	190

<b>BAB VIII ASPEK PPLH.....</b>	<b>194</b>
A. Pendahuluan.....	194
B. Peran Pemerintah ( <i>Role of Government</i> ).....	195
C. Peran Pendidikan dan Pelatihan.....	202
D. Ekologi Industri sebagai Harapan.....	213
<b>BAB IX INSTRUMEN PPLH.....</b>	<b>220</b>
A. Pendahuluan.....	220
B. Instrumen Legalitas.....	222
C. Ekonomi Kreatif.....	233
D. Teknologi.....	239
E. Religius.....	245
F. Budaya.....	245
<b>BAB X PPLH DAN EKOLOGI INDUSTRI.....</b>	<b>248</b>
A. Pelestarian Lingkungan.....	248
B. Perlindungan Lingkungan.....	254
C. Pengelolaan Lingkungan.....	258
D. Pembangunan Berkelanjutan.....	259
E. Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup.....	271
F. Permasalahan dalam UPPLH.....	275
G. Sistem Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.....	277
H. Fungsi dan Peran Ekologi Industri dalam PPLH.....	283
<b>BAB XI INDUSTRI KERTAS DAN TEKSTIL SERTA KILANG MINYAK.....</b>	<b>287</b>
A. Industri Kertas.....	287
B. Industri Tekstil.....	300
C. Industri Kilang Minyak.....	312
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>327</b>
<b>TENTANG PENULIS.....</b>	<b>331</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

Substansi pada bab ini adalah meletakkan dasar yang holistik terhadap Ekologi Industri sebagai sebuah disiplin ilmu. Pemahamannya sampai pada 4 (empat) hal berupa jawaban umum atas (1) mengapa Ekologi Industri perlu dipelajari (2) apakah Ekologi Industri itu, (3) bagaimana Ekologi Industri terbentuk serta (4) untuk apa mempelajari Ekologi Industri.

Jawaban secara umum terhadap 4 hal di atas, maksudnya ialah merupakan kerangka yang memberi bingkai terhadap Ekologi Industri secara perspektif. Kerangka itulah yang hendak disuguhkan. Detail dan kajian yang mendalam yang berada di dalam kerangka itu, muncul di bab-bab berikutnya secara sistematis. Sebutlah itu substansi dari kerangka yang dibicarakan ini.

### A. Suatu Perspektif

Ke 4 (empat) hal di atas, yang disebut kerangka itu dapat dianggap sebagai 4 materi pokok dalam Bab ini. Ia berupa pertanyaan, jawaban dan pernyataan, sekaligus sebagai konsep umum. Dari manakah konsep itu bisa terlahir? Tentulah dibutuhkan suatu perspektif. Sebutlah sebuah pendekatan, atau sudut pandang. Dengan kata lain, diperlukan perspektif yang mana dengan perspektif inilah maka dipahami konsep Ekologi Industri sebagai disiplin ilmu.

Pemahaman sebagai sebuah konsep itu dapat ditafsirkan sebagai pandangan secara umum terhadap Ekologi Industri, baik sebagai objek ilmu, maupun sebagai metode (cara bagaimana mendapatkan ilmu ekologi industri) ataupun dalam terapan (kegunaan ilmu ekologi industri). Hal ini yang ada pada sub bab A yang sedang anda baca.

Karena berada dalam ranah ilmiah, maka perspektif logis, empiris dan filosofis yang ada, mestilah diberi landasan. Landasan ini layaknya sebuah fundamen atau dasar dari sebuah bangunan rumah. Perspektif dapat



ditafsirkan sebagai sisi dan tiang rumah tersebut. Ia membingkai dan membentuk rupa dan struktur rumah. Sudah barang tentu antara struktur dan fundamen layaknya sebuah rumah, selaras dan saling menguatkan. Dalam hal ini, landasan berupa historis, empiris dan filosofis disajikan pada subbab B.

### **1. Mengapa Ekologi Industri Perlu Dipelajari?**

Dalam literasi ilmiah, untuk memberi alasan “mengapa” terhadap suatu objek ilmu, maka digunakan poin berupa latar belakang, atau *rasional*. Sama saja halnya antara menemukan sebab musabab suatu peristiwa atau fenomena yang terjadi, serta potensi yang akan timbul dengan mencoba mencari tujuan yang jelas terhadap suatu kajian, riset atau studi kasus. Pada penulisan ilmiah, inilah yang disebut dan substansi dari latar belakang dan tujuan. Artinya, tujuan ada karena ada yang melatarbelakangi. Bukan sebaliknya.

Latar belakang tidaklah muncul akibat suatu tujuan. Tetapi tujuan ditetapkan berdasarkan pada hal-hal yang melatarbelakanginya. Dalam bahasan ini, untuk menjelaskan mengapa ekologi industri perlu dipelajari, maka kita dihadapkan pada *statement* di atas. Pertama kita harus tahu dulu apa hal yang melatarbelakanginya. Dari sini kemudian dapat ditentukan jawaban mengapa dan bisa sekaligus menetapkan tujuan kita mempelajari ekologi industri.

### ***Rasionalitas***

Kita selalu bersinggungan dengan lingkungan. Dalam bahasa lainnya, dalam hidup manusia selalu berinteraksi dengan manusia dan lingkungannya, baik berupa lingkungan biotik maupun abiotik. Tentang interaksi ini, akan dikupas lebih jauh pada Bab II nanti. Pendek kata, kita senantiasa berada di dalam lingkungan hidup dan berinteraksi dengannya. Kita berhenti berinteraksi dengan lingkungan hanya setelah kita tidak berfungsi lagi sebagai makhluk hidup, atau sudah meninggal dunia.

Manusia secara sadar ataupun tanpa disadari selalu dipengaruhi dan mempengaruhi lingkungan. Kondisi lingkungan yang ada, serta merta mempengaruhi manusia. Manusia juga mampu mengamati dan mencermati serta mengambil tindakan yang kemudian tindakan ini mempengaruhi

lingkungan hidupnya. Lingkungan hidup senantiasa berubah. Sengaja atau tidak sengaja kita senantiasa dihadapkan pada lingkungan. Cakupan lingkungan hidup itu, bisa kita bagi atas 2 (dua). Pertama, kita sebut sebagai lingkungan lokal, dan yang kedua disebut sebagai lingkungan global. Bagaimanakah kondisi masing-masingnya?

Lingkungan lokal selanjutnya bisa dipahami yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Mulai dari lingkungan di rumah. Semua ruang yang ada di dalam rumah. Sampai pada semua yang ada di luar rumah. Tentu saja apa yang ada di dalam rumah kita, sangat dipengaruhi pula oleh suasana di luar. Bisa saja pengaruh dari panas matahari yang bersinar terik, akan mendatangkan suhu panas sampai ke dalam rumah. Dengan kondisi yang demikian, tindakan kita bisa dengan menanam tanaman di halaman rumah, atau memasang *Air Conditioner* (AC) di dalam rumah.

Pemasangan AC ini, akan mengeluarkan limbah cair. Oleh karena itu, diperlukan pula instalasi pembuangan air dari proses pendinginan. Jika tidak, tentu akan menyebabkan air tergenang di dalam rumah. Pembuangan air limbah ini dapat dipandang sebagai proses memasukkan materi baru ke dalam lingkungan.

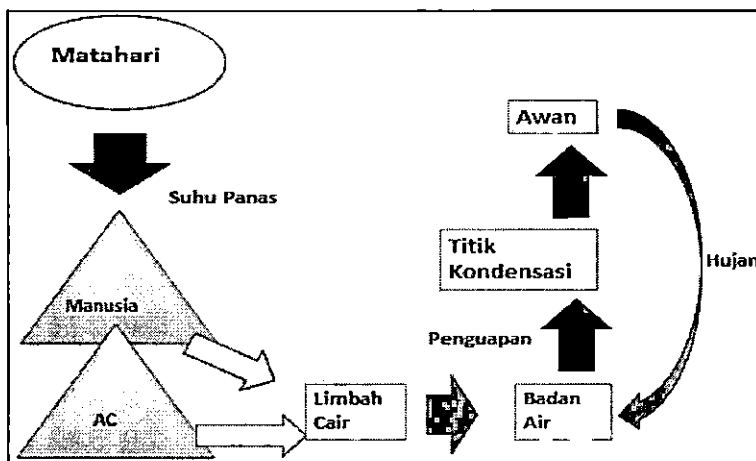
Peristiwa ini telah menunjukkan bagaimana interaksi yang terjadi antara satu rumah yang dihuni oleh beberapa orang dengan lingkungan luar rumahnya. Secara sederhana dapat diuraikan dari adanya sinar matahari. Sinar ini mengakibatkan suhu udara menjadi meningkat. Akibat suhu udara meningkat, maka kondisi suatu rumah menjadi panas. Manusia yang berada di dalam rumah itu, merasa gerah dan ingin melakukan rekayasa terhadap suhu di dalam rumahnya. Tindakan rekayasa yang bisa dilakukannya hanyalah untuk ruang lingkup di dalam rumahnya saja. Ia tidak mungkin bisa memadamkan matahari, bukan?

Setelah ia berhasil mendinginkan suhu ruangan dengan menggunakan AC lalu konsekuensi yang terjadi adalah bahwa AC mengeluarkan air dari sisa proses kompresi dan kondensasi. Sekali lagi manusia harus melakukan rekayasa terhadap lingkungan. Ia harus mengeluarkan air tersebut ke luar rumah. Membuang air dari dalam rumah ke luar rumah memerlukan saluran perpipaan. Saluran perpipaan inilah yang menyalurkan air limbah AC dari dalam rumah menuju lingkungan luar rumah.

Sederhana memang, tapi begitulah manusia dalam hidupnya berinteraksi dengan lingkungan. Setiap ada aksi, maka manusia melakukan reaksi. Dan sebaliknya. Aksi yang dilakukan manusia juga akan menimbulkan reaksi dari lingkungan terhadap manusia itu.

Misalnya jika air limbah AC tadi tidak disalurkan dengan cara yang tepat, yakni dengan membiarkan tercurah ke jalan, maka reaksi dari lingkungan terhadap orang dan rumah di mana ia tinggal adalah akan terjadinya air tergenang. Air tergenang tidak berhenti sampai di situ saja. Air tersebut bisa menjadi habitat bagi makhluk hidup yang merupakan vektor bagi bakteri dan jamur penyebab penyakit, seperti nyamuk. Selanjutnya penyakit pun diderita oleh manusia.

Demikian contoh sederhana interaksi antara manusia dengan lingkungannya yang selalu berubah. Skema sederhana yang menggambarkan bagaimana manusia berinteraksi dengan lingkungan tempat tinggalnya ini disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Interaksi Manusia dengan Lingkungan Luar Rumahnya**

Pada Gambar 1 terlihat bagaimana manusia memberikan aksi terhadap respons yang diterimanya dari sinar matahari. Manusia memasang AC di dalam rumah untuk bisa menjaga suhu di dalam ruangan agar tetap sejuk. Selanjutnya air limbah AC mestilah disalurkan ke

lingkungan kembali. Sementara itu, manusia sendiri juga menghasilkan limbah cair lainnya dari dalam rumahnya seperti air cucian, dan lain sebagainya. Air tersebut jika tidak disalurkan ke saluran yang menuju ke badan air, tentu akan mengakibatkan banjir.

Selanjutnya siklus hidrologi pun berjalan sebagaimana alamiahnya. Air yang ada pada badan-badan air akan diuapkan menjadi awan dan pada gilirannya menjadi hujan. Pada cuaca hujan maka matahari tidak seperti biasanya memancarkan sinarnya. Hal ini merupakan keseimbangan yang telah dicipta oleh Pencipta. Keseimbangan ini, menghadirkan fungsi dan peran manusia di dalamnya.

Peristiwa sederhana yang terjadi dalam kehidupan ini, yang dicontohkan sebagaimana di atas, memberikan deskripsi yang sebenarnya tidak sederhana. Banyak makna dan pola yang terkandung di dalamnya. Maknanya ialah bahwa masing-masing komponen yang ada di alam ini saling berinteraksi satu sama lain. Pola yang terjadi pun begitu tertata dan teratur sesuai dengan fungsi dan peran masing-masing komponen tersebut. Fungsi dan peran dari masing-masing komponen yang ada di alam, akan dibicarakan secara detail di bab berikutnya.

Kupasan tentang fungsi dan peran komponen di alam, ditelaah dalam ekologi. Karena ilmu ini lah yang konsisten membidangi soal keseimbangan ekosistem yang terbentuk secara alamiah di alam. tetapi secara garis besar dapat dipahami bahwa fungsi matahari sebagai komponen lingkungan pada peristiwa di atas, adalah sebagai sumber energi panas. Energi ini mengakibatkan suhu udara menjadi meningkat.

Selanjutnya peran matahari dalam hal ini adalah memberikan cahaya terang, memberikan energi pada tumbuh tumbuhan untuk bisa melaksanakan proses fotosintesis. Dapat disinggung di sini bahwa fungsi dan peran tidaklah sama. Contoh lain, tumbuh tumbuhan di alam sebagai salah satu komponen lingkungan berfungsi sebagai produsen. Tapi perannya banyak, antara lain (1) menghasilkan oksigen, (2) menghasilkan bahan pangan bagi manusia, (3) penahan terjadinya erosi, (4) pemecah arus angin dan lain sebagainya.

Terkait dengan interaksi antara di dalam rumah dengan di luar rumah sebagai lingkungan lokal yang dicontohkan di atas, selanjutnya rumah yang ada itu, terletak dalam satu pemukiman perumahan, maka satu

areal pemukiman itu pun selanjutnya dapat dipandang sebagai satu kesatuan yang selanjutnya berinteraksi pula dengan lingkungan luar dari kompleks pemukiman tersebut. Demikianlah pembicaraan tentang lingkungan yang ukuran dan ruang lingkungannya sangat relatif tergantung dari domain yang dijadikan objek untuk dibahas. Lingkungan bisa kecil, jika ruang itu yang dijadikan wilayah studi. Sisi lain, lingkungan bisa sangat luas apabila memang dikehendaki studi yang melibatkan banyak aspek dan komponen yang ada.

Hal di atas selalu akan berlangsung. Karena sebagaimana kita ketahui, seiring waktu berjalan, terjadi pula pertumbuhan populasi manusia. Pertumbuhan penduduk dalam satu wilayah akan menghasilkan perubahan pada bentuk interaksinya dengan lingkungan hidupnya. Sementara itu, lingkungan hidup itu pun selalu berubah. Faktanya demikian. Setiap perubahan yang terjadi, baik di sisi manusia dengan segala dinamikanya, selalu akan membentuk keseimbangan dengan rona lingkungan hidupnya. Terkait tentang rona lingkungan ini, akan didalami di kajian tentang AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan pada Bab VIII Instrumen Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH)),

Setelah dipahami bahwa dalam hidupnya manusia selalu membutuhkan lingkungan, dan terjadinya interaksi antara manusia dengan lingkungan itu, maka yang memberi jawaban atas pertanyaan mengapa kita perlu menelaah dan mempelajari ekologi industri selanjutnya adalah bahwa sifat lingkungan itu sendiri.

Terkait tentang sifat atau disebut juga sebagai karakteristik lingkungan itu, maka banyak ahli yang berbeda dalam hal mengidentifikasinya. Tentu saja hal itu didasari atas kegunaan dan domain dari studi yang mereka lakukan. Dalam hal ini, paling tidak terdapat 4 (empat) aspek dalam kajian terhadap lingkungan. yang dikemukakan oleh Mitchel, Setiawan, dan Rahmi, (2000), yaitu:

a. Perubahan (*change*).

Lingkungan senantiasa berubah. Baik itu perubahan fisik lingkungan itu sendiri secara alamiah, maupun karena campur tangan manusia. Di samping itu, perubahan lingkungan juga terjadi dalam bentuk non fisik seperti sistem sosial, ekonomi dan politik.

b. Kompleksitas.

Bahwa persoalan lingkungan sangatlah kompleks dan penuh dinamika. Satu komponen lingkungan mengalami perubahan, maka tidak hanya akibat yang akan menjadi implikasinya, tapi juga mempunyai dampak terhadap komponen lain. Dampak (*impact*) ini tidak mudah diestimasi. Karena sedemikian kompleksnya lingkungan itu, sehingga dalam menelaah persoalan yang muncul tidak bisa dari satu disiplin ilmu.

c. Ketidakpastian (*unpredictable*).

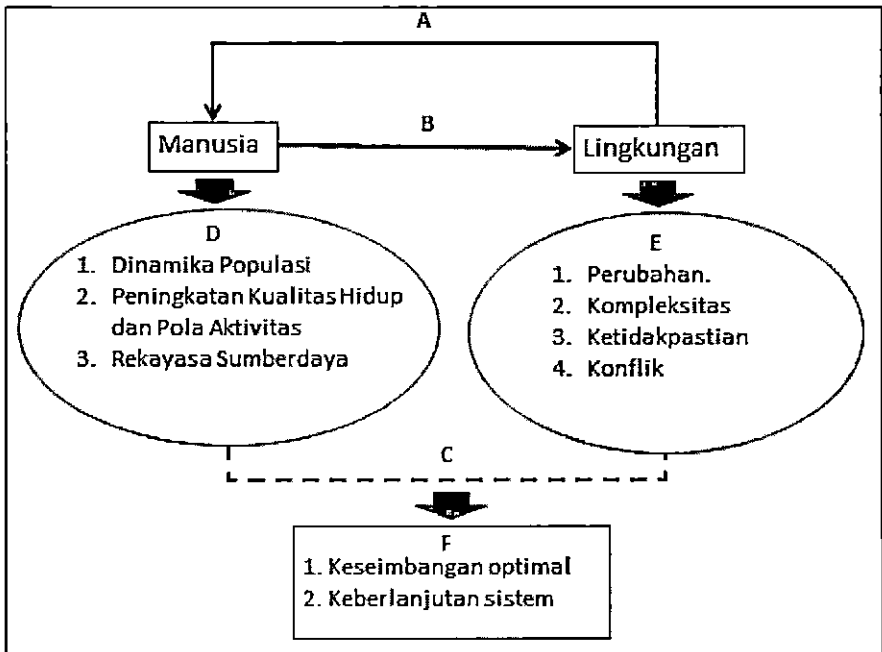
Segala sesuatu yang berkenaan dengan lingkungan, sudah barang tentu bersifat relatif dan tidak pasti. Hal ini mendasari para perencana dan pengelola lingkungan untuk lebih berhati-hati dalam setiap upaya yang dilakukan. Hal ini juga menuntut banyak model dan tipe kajian terhadap lingkungan yang selalu berimprovisasi seiring dengan waktu.

d. Konflik.

Hal yang tidak dapat dielakkan dalam setiap aktivitas manusia dalam konteks lingkungan ialah terjadinya konflik. Konflik yang terjadi maupun yang berpotensi terjadi seringkali merefleksikan perbedaan pandangan, ideologi dan harapan. Hal ini akan langsung berpengaruh pada lingkungan di mana manusia itu hidup.

Ke 4 (empat) karakteristik lingkungan di atas, menuntut manusia lebih arif, bijaksana dan inovatif dalam meningkatkan kualitas hidupnya. Pertumbuhan ekonomi semata tidak akan sampai pada titik optimal apabila manusia mengesampingkan ke 4 hal di atas.

Titik optimal yang dimaksud adalah terjadinya peningkatan kualitas hidup manusia, baik secara ekonomis dan sosial sekaligus terjadinya optimalisasi ekologis. Kondisi yang demikian disebut keseimbangan optimal. Tapi karena karakteristik lingkungan yang selalu berubah dan ketidakpastian, maka tidak akan pernah ada keseimbangan tetap. Oleh karena itu, seiring waktu dan perubahan yang terjadi diperlukan kearifan manusia sehingga kondisi optimal itu dapat berkelanjutan. Secara skematis, hal ini dijelaskan melalui Gambar 2.



Gambar 2. Skematis Interaksi Manusia dan Lingkungan

Keterangan Gambar:

A: Panah Aksi.

Panah ini, menegaskan bahwa lingkungan itu tidak statis. Ia memberikan aksi kepada manusia. Jadi, jangan hanya dipandang bahwa lingkungan itu merupakan wadah dan sebagai penyedia kebutuhan manusia untuk melangsungkan kehidupannya saja. Dari panah ini, kita memulai penalaran di mana lingkungan secara alamiah memberikan aksi atau sebutlah sebagai *stimulus* terhadap manusia.

Kita bisa contohkan saja dengan cuaca pada satu hari. Terjadinya hujan merupakan aksi dari lingkungan kepada manusia.

B: Panah Reaksi.

Manusia menerima aksi, dan selanjutnya merespons dan respons ini bisa disebut sebagai reaksi terhadap lingkungan hidupnya. Tentu saja respons yang diberikan manusia itu berhubungan dengan kodrat

manusia sebagai makhluk hidup. Reaksi yang diberikan ini, akan mempengaruhi lingkungan baik secara kualitas maupun kuantitas dan terjadilah perubahan lingkungan. Perubahan lingkungan yang terjadi, akan memunculkan *stimulus* atau *response* yang baru dari lingkungan terhadap manusia kembali. Demikianlah terus menerus.

C: Garis Interaksi.

Garis ini muncul karena adanya Panah A dan Panah B. Artinya, adanya aksi dan reaksi (*stimulus and response*) yang timbal balik dan berkesinambungan antara manusia dan lingkungan itulah yang disebut “interaksi” Jika hanya aksi saja, lalu respons tidak ada, maka itu bukanlah interaksi. Ataupun ada reaksi, tapi tidak terjadi penyesuaian respons atau reaksi tersebut pada aksi yang diberikan, maka itu juga bukan sebuah interaksi.

Dari sini, kita tidak bisa lagi menyebut mana yang dulu aksi dari lingkungan kepada manusia, atau manusiakah yang memulai aksinya terhadap lingkungan. Karena kita sudah dihadapkan pada kenyataan bahwa antara manusia dengan lingkungannya terjadi interaksi. Dalam skema ini, hanya untuk mempermudah pemahaman terhadap interaksi itu saja, sehingga dimulai panah aksi itu berasal dari lingkungan pada manusia.

Interaksi itu berarti terjadi simultan. Bisa jadi satu ketika kita memulai titik awal dari sebuah studi yang dilakukan, dengan meletakkan manusia sebagai si pemberi aksi yang pertama, selanjutnya memprediksi reaksi dari lingkungan, tapi bisa juga sebaliknya. Dalam satu studi kita meletakkan lingkungan yang pertama kali memberikan aksi terhadap manusia dan lantas diupayakan langkah-langkah bagaimana manusia melakukan reaksi terhadap lingkungan itu.

Upaya ini tentu ditujukan agar selalu terjadi interaksi positif antara manusia dengan lingkungannya. Istilah interaksi positif ini, merupakan lawan dari interaksi negatif. Interaksi negatif adalah suatu kondisi di mana terjadinya aksi dan reaksi yang saling menurunkan kualitas dan kuantitas ke dua komponen yang saling berinteraksi, yang dalam hal ini adalah manusia dan lingkungan sama-sama mengalami degradasi.



D: Lingkaran ini memuat kodrati dan potensi yang dimiliki manusia, serta fakta yang dilakukannya dalam berinteraksi dengan lingkungan. Manusia dalam hidupnya yang sekaligus berinteraksi dengan lingkungan itu, serta merta melakukan reproduksi yang disebut sebagai pertumbuhan penduduk di satu wilayah.

Pertumbuhan penduduk tidak berlangsung begitu saja. Ada faktor lain yang mengakibatkan pertumbuhan tersebut mengalami fluktuasi, seperti adanya kematian, migrasi dan lain sebagainya. Kajian lebih dalam tentang kependudukan ini, dipelajari secara khusus dalam Ilmu Kependudukan atau sering disebut dengan *Demografi*. Dalam buku ini akan disinggung tentang kependudukan pada Bab III. Mustahil kita mempelajari Ekologi Industri tanpa mempelajari kependudukan. Sesuai dengan skema di atas, manusia itu bersifat dinamis baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Kuantitas manusia diukur dari Ilmu Kependudukan.

Adanya faktor yang berpengaruh dalam pertumbuhan jumlah manusia itu, maka poin ini disebut dengan (1) dinamika populasi. Poin berikutnya (2) peningkatan kualitas hidup dan pola aktivitas. Di mana manusia selalu ingin meningkatkan derajat kehidupannya baik secara ekonomis maupun sosial. Kalau pada poin (1) kita berbicara tentang dinamika populasi, berarti merujuk pada kuantitas, maka pada poin (2) ini kita berbicara tentang kualitas hidup.

Untuk meningkatkan kualitas hidupnya, manusia melakukan aktivitas yang sering disebut dengan aktivitas ekonomi. Pola aktivitas ini, sangat menentukan bagaimana interaksi yang terjadi antara manusia itu dengan lingkungannya.

Poin (3) berupa rekayasa sumber daya adalah hal yang paling mendasar yang dilakukan manusia yang signifikan mempengaruhi lingkungan. Karena saat inilah manusia secara aktif mengubah komponen lingkungan hidupnya.

Dengan kata lain, poin 1,2 dan 3 pada lingkaran D merupakan segala sesuatu yang ada pada dan dilakukan oleh manusia dalam kehidupannya, yang mempengaruhi lingkungan.

E: Lingkaran ini memuat karakteristik lingkungan. Karakteristik lingkungan ini secara langsung menentukan bagaimana aksi dan

reaksi yang diberikan oleh lingkungan pada manusia dalam proses interaksi sepanjang waktu. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pada buku ini kita menggunakan 4 karakteristik lingkungan yang dikemukakan oleh Mitchel, Setiawan, dan Rahmi, (2000) bahwa lingkungan itu bersifat berubah, kompleks, tidak pasti dan konflik.

Dapat dipahami bahwa tentu saja ke 4 hal itu, terbentuk baik secara alamiah, maupun karena ulah manusia (tidak alamiah terjadi). Pendek kata, memandang lingkungan dalam konteks interaksi dengan manusia, haruslah melibatkan ke 4 hal itu. Tegasnya, lingkungan itu tidak statis.

F: Kotak ini memuat keseimbangan optimal dan keberlanjutan sistem. Mari kita cermati satu per satu.

*Keseimbangan optimal.*

Kata keseimbangan sudah sering disebut sebut. Keseimbangan optimal bukan berarti statis pula. Akan tetapi suatu kondisi di mana tidak terjadinya ketimpangan dan interaksi negatif antara manusia dengan lingkungan. Baik negatif untuk manusia maupun negatif pada lingkungan.

Negatif salah satu saja, segera akan negatif pada yang satunya lagi. Tentu saja demikian, karena ini adalah interaksi. Sederhananya jika kualitas manusia menurun, seperti sumber daya manusia yang rendah, karena pendidikan kurang misalnya, maka aksi yang diberikan oleh manusia itu pada lingkungannya tak lain tak bukan hanya merusak dan mencemari saja.

Ini terjadi umumnya di negara-negara berkembang yang menyandarkan dan mengandalkan pertumbuhan ekonomi pada sektor primer. Akibatnya, tentu tak menunggu lama, lingkungan itu pun akan mengalami degradasi atau berada dalam kondisi yang tidak lagi mendukung kehidupan manusia yang lebih baik. Inilah contoh terjadinya interaksi negatif.

Keseimbangan optimal, adalah suatu kondisi di mana lingkungan memberikan daya dukung yang optimal bagi kehidupan manusia. Artinya tentu hal ini bisa tercapai berhubungan pula dengan kualitas manusia itu sendiri. Tidak hanya itu, kuantitas manusia pun

menentukan. Ini adalah suatu kondisi ideal. Dari skema di Gambar 2 dapat dipahami bahwa kondisi ideal inilah yang hendak dicapai. Tercapainya kondisi ideal ini adalah akibat interaksi positif antara manusia dengan lingkungan. Interaksi positif hanya bisa terjadi apabila salah satu memberikan aksi positif, perlahan reaksi yang akan diberikan dari yang satunya lagi juga akan positif.

Contoh sederhana adalah pada suatu lingkungan asri. Sebutlah di sebuah desa yang masih belum tercemar udaranya. Lingkungan ini masih alami, sehingga memberikan aksi positif pada manusia yang hidup di dalamnya. Manusia yang ada dalam lingkungan alamiah itu, secara arif telah menjalin interaksi yang positif dengan alam. Adanya nilai-nilai kearifan lokal misalnya, di mana orang-orang merasa tabu untuk merusak lingkungan. Maka manusia yang hidup di situ pun akan memiliki kualitas hidup relatif lebih baik dari masyarakat yang hidup di kota yang udaranya tercemar.

Dalam hal ini, kita harus membedakan modernisasi dengan kualitas hidup. Karena memang tidak sama. Orang-orang hidup di kota besar dan lingkungannya yang tercemar bisa saja beranggapan kualitas hidupnya lebih baik dari orang-orang di desa, menurut perspektif mereka. Dalam hal ini, mereka menggunakan kacamata “modernisasi” Tapi apakah modernisasi itu menjamin kualitas hidup yang lebih baik, lebih bermartabat sesuai dengan fitrah manusia secara kodrati sebagai makhluk sosial dan makhluk Tuhan Yang Maha Esa? Belum tentu.

Kualitas kesehatan masyarakat di desa jauh lebih baik dari masyarakat kota. Ini ditunjukkan dengan angka harapan hidup yang lebih tinggi, dan angka penyakit menular rendah di desa dari pada di kota.

Jika, kehidupan di desa dalam hal ini dikatakan lebih baik dari pada di kota besar yang tercemar, lantas apakah desa itu harus dilestarikan atau dipertahankan tetap menjadi seperti itu?

Tentu tidak demikian penafsiran keseimbangan optimal. Juga tidak demikian pula konsep pelestarian lingkungan. Pelestarian bukan berarti “mempertahankan secara fisik”. Karena jelas tidak mungkin bisa manusia hidup dengan tidak melakukan apa-apa terhadap

lingkungan. Lebih detail tentang konsep pelestarian lingkungan ini, akan dibahas Bab IX tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH).

Jika memang pelestarian dan keseimbangan optimal itu harus dipertahankan secara harfiah dan fisik, maka kita akan mempunyai paradigma bahwa lingkungan itu statis. Padahal lingkungan dan manusia selalu berinteraksi dan senantiasa berubah, sebagaimana yang sudah kita pahami sebelum ini. Oleh karena itulah maknanya, diperlukan keberlanjutan sistem.

### *Keberlanjutan Sistem*

Keberlanjutan berarti tidak terjadi di satu periode waktu saja. Tetapi berlangsung terus menerus. Sedangkan “sistem” dapat dipahami sebagai suatu keterkaitan antara banyak komponen yang saling mempengaruhi dan terintegrasi secara fungsional dan dinamis seiring waktu. Maksudnya ialah masing-masing komponen itu, berinteraksi dan tidak statis, bergerak seiring waktu dan selalu berubah. Perubahan itu bisa saja menjadi baik, bisa jelek dan bisa tetap, sebagaimana telah dibicarakan sebelum ini.

Kita diperkenalkan dengan istilah sistem dalam ranah lingkungan ini, berarti tidak lagi memandang komponen lingkungan itu parsial dan statis. Artinya, komponen yang ada di dalam lingkungan itu saling berinteraksi dan membentuk sistem. Cara pandang terhadap lingkungan seyogyanya memang demikian.

Dengan demikian, maka keberlanjutan sistem ini adalah di mana keseimbangan optimal yang dibicarakan di atas, tetap berlangsung terus menerus di antar generasi. Tentu saja, diharapkan ke depannya keseimbangan optimal itu tetap berada pada posisinya dan menuju pada derajat yang lebih baik.

Dengan mencermati Gambar 2 dapat diketahui bahwa tidaklah mudah manusia dalam melaksanakan aktivitas dan kelangsungan hidupnya untuk berinteraksi dengan lingkungan di mana terjadinya titik keseimbangan optimal. Tentu saja tidak mudah karena karakteristik yang dimiliki lingkungan seolah ironis atau paradoks dengan apa yang dimiliki dan dilakukan oleh manusia dalam kehidupannya. Pertentangan ini sering

memunculkan dialog dan kajian dari berbagai sudut pandang. Ahli ekonomi dan teori ekonomi klasik sering mengilustrasikan bahwa sumber daya alam merupakan alat pemuas kebutuhan manusia. Konsekuensinya terjadi eksploitasi dan eksplorasi. Sementara itu, ahli ekologi dan pemerhati lingkungan sering memperjuangkan pelestarian lingkungan hidup di tengah-tengah kemajuan teknologi dan modernisasi. Seolah sulit mencapai titik temu yang menyeimbangkan ke dua sudut pandang tersebut. Hal ini akan dikupas lebih jauh pada Bab V Pertumbuhan Ekonomi dan Degradasi Lingkungan serta VI Paradigma Ekologi vs Industri.

Sampai di sini, sudah didapat alasan mengapa pentingnya dipelajari ekologi industri. Artinya, kita sudah mempunyai gambaran bahwa sangatlah berisiko jika manusia hanya mengedepankan pemenuhan kebutuhan hidupnya semata, dengan alasan peningkatan kualitas hidupnya, di samping fakta manusia juga melakukan pertumbuhan populasi di satu wilayah. Risiko terjadi karena lingkungan dengan segala karakteristiknya, tidak akan “tinggal diam” apabila diberikan aksi terhadapnya.

### ***Realitas***

Faktanya, persoalan lingkungan tidak cukup dilihat pada hari ini saja. Hari ini tak lepas dari peristiwa yang telah terjadi pada hari, bulan dan tahun sebelumnya. Sebagaimana sudah dipahami sebelumnya, bahwa lingkungan senantiasa berubah, dan manusia ikut serta dalam perubahan itu secara aktif. Beberapa tahun yang lalu, banyak sudah peristiwa yang menjadi momentum untuk direnungkan, terutama oleh para akademisi dan pemerhati lingkungan serta praktisi. Lingkungan memang tidak pernah “tidak tinggal diam” sepanjang waktu terhadap manusia. Sebagaimana manusia juga tidak pernah “diam” terhadap lingkungan hidupnya.

Catatan sejarah terkait masalah lingkungan hidup ini, dikutip dari Dewata & Danhas (2018) telah cukup banyak. Dapat kita lihat sebagian kecil yang disajikan sebagai berikut.

### **Bom Atom di Hiroshima dan Nagasaki.**

**15 – 16 Agustus 1945** Perang Dunia II berakhir. Berakhirnya peran besar ini, ditandai dengan Jepang menyerah tanpa syarat kepada sekutu. Momentum yang mengakhiri perang ialah dijatuhkannya bom atom di

Kota Hiroshima dan Nagasaki di Negara Jepang. Memang peristiwa ini, mempunyai dua sisi. Sisi baiknya perang besar itu pun berakhir. Sisi buruknya tidak tanggung-tanggung, menyisakan dampak yang luas dan panjang. Entah mana yang lebih ganas dari pada perang itu sendiri memakan korban manusia.

Dampak bom atom di Hiroshima dan Nagasaki tidak saja bagi manusia yang hidup di 2 (dua) kota itu, tapi meluas sampai ke manusia yang tinggal di sekitarnya. Tidak hanya mematikan manusia saat itu juga, tapi penurunan derajat kesehatan manusia diwariskan ke generasi berikutnya. Banyak bayi yang dilahirkan dalam keadaan cacat fisik karena terjadinya mutasi gen. Selain itu, pencemaran udara, tanah dan air juga berlangsung lama dan mempengaruhi secara langsung derajat kesehatan manusia.

Apakah tidak ada hubungannya antara peristiwa pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup di Hiroshima dan Nagasaki tersebut dengan industri? Jelas ada. Perakitan dan peluncuran bom atom tersebut tak lepas dari dunia industri. Penggunaan senyawa dan unsur kimia mengandung radioaktif sudah jelas ada di dalamnya.

### **The Great Smog**

**Desember 1952**, di Kota London, di Negara Inggris terjadi pencemaran udara berupa smog (*smoke and fog*) atau asap kabut. Hal ini disebabkan karena penggunaan batubara yang berlebihan pada pabrik-pabrik industri di sekitar kota London. Sebagian besar ahli lingkungan percaya bahwa istilah *smog* (asbut = asap kabut) pertama kalinya muncul adalah pada saat itu.

Pada awalnya memang tidak terkesan berbahaya. Tapi setelah beberapa minggu kemudian dilaporkan ribuan orang meninggal dan ratusan ribu lainnya sakit kronis. Dilaporkan sebanyak 12.000 orang tewas. Kelanjutannya pada Tahun 1956 keluar undang-undang tentang polusi udara.

Peristiwa ini adalah akibat langsung dari sebuah industrialisasi. Berbeda dengan peristiwa yang pertama di atas, yaitu bom atom di Nagasaki dan Hiroshima. Industri bukan sebagai penyebab langsung. Tapi dampak dari industri yang muncul di saat perang. Artinya bukan proses industri yang menyebabkan terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan, tapi dampak (*impact*) dari hasil (*product*) industri senjata.

## **Tragedi Minamata**

**Tahun 1956.** Disebut sebagai tragedi Minamata. Minamata adalah nama sebuah teluk di Jepang. Di sekitar teluk itu terjadi kematian manusia, anjing, babi dan kucing serta binatang lain hampir dalam kurun waktu yang lama. Di samping itu, terjadinya gejala *syndrome* neurologis pada manusia.

Gejala *syndrome* neurologis yang terjadi ternyata disebabkan oleh keracunan merkuri. Penyakit ini kemudian disebut sebagai penyakit Minamata. Penyebabnya ialah karena pelepasan merkuri pada air limbah oleh industri dan pabrik kimia *Chisso Corporation* sejak tahun 1932-1968.

Merkuri pada air limbah yang dilepaskan terakumulasi pada biota air, salah satunya ialah kerang. Kerang merupakan makanan bagi masyarakat Jepang dan hewan-hewan peliharaan.

Menurut Kristanto (2000) tragedi Minamata ini diawali pada Tahun 1953, di mana para nelayan dan keluarganya mengalami wabah. Makanan utama masyarakat di sana adalah ikan. Secara progresif para penderita mengalami lemah otot, hilangnya fungsi penglihatan, terganggunya fungsi otak dan kelumpuhan. Hal ini merupakan *syndrome* yang menuju pada koma dan kematian.

Pada tahun 1959 baru diketahui bahwa penyebabnya adalah karena ikan yang dikonsumsi oleh penduduk tersebut telah mengandung *metilmercury*. Sumber dari itu semua ternyata berasal dari limbah industri milik Chisso Co. Perusahaan industri ini memproduksi plastik (PVC). Limbah dari proses industrinya telah berdampak jangka panjang dan meluas. *Metilmercury* terbentuk dari *asetadehide* dan air raksa organik yang digunakan sebagai katalisator dalam industri tersebut. Agaknya kita sudah diberi "*warning*" dalam memproduksi dan mengkonsumsi bahan-bahan PVC dalam kehidupan.

## **Tragedi Jintzu**

**Tahun 1955.** Masih di Jepang, terjadi malapetaka karena pencemaran logam *Cadmium* (Cd) di sungai Jintzu. Sungai itu mengalir di berbagai pemukiman dan salah satu desa yang cukup padat penduduknya mengalami penyakit rematik yang aneh. Anehnya karena gejala yang ditimbulkan tidak seperti biasa. Mulanya terjadi gigi penderita menguning,

kemudian hilangnya kemampuan mencium bau dan mulut menjadi kering. Penderita mengalami penurunan jumlah sel darah merah, diikuti terjadinya kerusakan pada sumsum tulang belakang dan kerusakan ginjal.

Ternyata sumber pencemar (*polluter*) adalah lagi-lagi industri, yang notabeneanya adalah ulah manusia. Sedangkan bahan pencemarnya (*polutan*) adalah logam kadmium yang merupakan limbah dari industri tambang milik perusahaan Makoko Corp di Teyoma. Perusahaan ini merupakan perusahaan yang bergerak di bidang tambang seng (Zn).

Amerika Serikat pada Tahun 1963 mengeluarkan undang undang tentang lingkungan hidup yang dikenal dengan nama *National Environment Policy Act (NEPA)*. Tentu saja hal ini merupakan reaksi atas terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan hidup akibat aktivitas ekonomi manusia, seperti industri, transportasi dan aplikasi pestisida.

Pada dasawarsa tersebut banyak kota besar di Amerika Serikat, misalnya Los Angeles terganggu oleh asap kabut yang melingkupi kota sehingga mengganggu kesehatan dan merusak tanaman. Asbut (asap kabut) tersebut berasal dari gas buang kendaraan bermotor. Saat itu, kemajuan transportasi darat sedang berada di puncaknya seiring dengan pembangunan infrastruktur sarana dan prasarannya.

Di samping itu, asbut juga berasal dari industri-industri yang tumbuh kala itu. Salah satu proses yang terjadi di industri adalah peristiwa *fotooksidasi* atau disebut juga dengan *photo oxydant*. Peristiwa ini adalah terbentuknya senyawa-senyawa hasil oksidasi yang terjadi karena pencahayaan. Senyawa itu mulai dari ozon, *Peroksiasetil Nitrat (PAN)*, Nitrogen Oksid (NO) dan zat lainnya.

Sekilas kita digiring untuk mengenali perpaduan antara Ekologi sebagai cabang Biologi dengan industri. Mari kita cermati peristiwa *fotosintesis* pada tumbuh tumbuhan. Telaah tentang *fotosintesis* ini adalah domainnya Biologi. Tumbuh tumbuhan menghasilkan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) karena adanya peristiwa *fotosintesis*. Apa dan bagaimanakah sederhananya proses tersebut? Pertama kita harus pahami peristiwa ini merupakan kejadian alami. Tanpa campur tangan manusia, terbentuklah keseimbangan alami antara karbondioksida dengan oksigen melalui perantara tumbuh tumbuhan, cahaya matahari dan Oksigen yang ada di udara. Sebagaimana kita ketahui, oksigen dibutuhkan manusia untuk bernafas.



*Fotosintesis* adalah suatu gejala yang terjadi bila daun mendapat penyinaran akan mempergunakan oksidasi untuk pembakaran senyawa-senyawa penyusun sel dan menghasilkan karbondioksida (Rifa'i. 2004). Karena ini peristiwa alamiah, di mana terjadinya keseimbangan alam secara fitrah, maka tidak akan pernah terjadinya akumulasi karbondioksida yang mengakibatkan terjadinya pencemaran disebabkan kadarnya melebihi baku mutu lingkungan. Senyawa yang dirombak pun adalah senyawa yang alamiah menjadi senyawa penyusun sel tanaman. Kadar oksigen dan karbondioksida selalu secara alamiah sedemikian rupa seimbang.

Apa yang terjadi di dunia industri? Proses *Fotosintesis* pada tanaman yang dibicarakan di atas, terjadi pula di dunia industri, tapi bedanya ialah dalam bentuk "tidak alami". Kondisi tidak alami artinya sudah dilakukan atau merupakan hasil rekayasa oleh kecerdasan manusia untuk alasan kebutuhan dan keinginan manusia. Di industri dihasilkan senyawa-senyawa hasil oksidasi dengan mekanisme yang sama, menggunakan pencahayaan untuk mengoksidasi senyawa tertentu, sesuai dengan kebutuhan industri tersebut didirikan.

Perbedaan yang sangat prinsip antara *fotooksidasi* di industri dengan *fotosintesis* alamiah di daun yang ada pada tanaman, ialah masalah keseimbangan. Pada tanaman secara alamiah tetap seimbang senyawa yang dihasilkan itu, tetap sesuai dengan kadar yang optimal untuk tatanan kehidupan makhluk hidup lainnya seperti manusia dan hewan. Sedangkan pada industri, reaksi itu menghasilkan atau mengakibatkan senyawa-senyawa yang kadang melebihi kadar toleransi pada lingkungan. Masuknya bahan-bahan yang diakibatkan oleh proses dan hasil dari industri inilah yang disebut sebagai "pencemaran lingkungan"

Oleh karena itu, dapat kita cermati bahwa sebenarnya mekanisme dan proses yang ada di dunia industri, sebenarnya dapat dipandang sebagai proses perubahan materi dan energi yang sudah "diajarkan" oleh alam kepada manusia. Tinggal manusia lebih arif menyikapi dan mempunyai paradigma dalam melaksanakan industrialisasi tersebut sehingga terjadi interaksi yang optimal, baik antara industri dengan lingkungan luar industri tersebut, maupun semua proses dan tahapan yang ada di dalam industri itu sendiri.

Di sinilah kita mulai membuka wawasan baru terhadap industri. Wawasan inilah yang akan mengantarkan kita pada pintu gerbang Ekologi Industri secara totalitas nantinya sampai di akhir bab buku ini.

Kenapa dikatakan sebagai wawasan yang baru? Karena fakta historisnya memang demikian. Dari tragedi di atas, itu mengindikasikan adanya ketidakarifan manusia dalam industrialisasi. Tidak hanya sampai di situ, pada tahun-tahun berikut setelah peristiwa di tahun 1955, masih terjadi tragedi berikut.

### **Tumpahan Minyak Amoco Cadiz**

**16 Maret 1978.** Sebuah kapal tanker minyak Liberia, Amoco Cadiz kandas di dekat pelabuhan kecil Portsall, pantai Breton, Perancis. Kapal tersebut mengangkut minyak mentah yang kemudian tumpah ke laut. Tumpahan minyak mentah ke laut jelas merusak keseimbangan ekosistem laut. Kita bisa bayangkan berapa banyaknya jumlah flora dan fauna yang punah di laut akibat dari peristiwa ini. Tentu saja peristiwa ini langsung berdampak pada penurunan *biodiversity* (keanekaragaman makhluk hidup).

Tumpahan minyak ini juga tak lepas dari industrialisasi. Minyak merupakan bahan bakar yang utama dalam industri. Di samping itu, minyak itu pun sebagai hasil dari proses industri. Sedikit dapat dipahami bahwa industri merupakan suatu sistem yang berada dalam lingkungan hidup manusia.

### **Tragedi Agen Oranye**

**Tahun 1961-1971.** Peristiwa ini merupakan proses pencemaran yang terjadi dalam kancah peperangan. Perang antara militer Amerika Serikat dengan Vietnam, selain mengorbankan nyawa pada saat perang berkecamuk, juga terjadinya dampak pada rona lingkungan yang disebabkan oleh pestisida. Saat itu, militer AS mencari taktik lain dalam perang, untuk memenangkan pertempuran.

Vegetasi tempat tentara Vietnam berlindung dianggap sebagai kendala dalam memenangkan pertempuran. Vegetasi di kawasan hutan itu dimusnahkan dengan menyemprotkan pestisida dengan volume hampir 20 juta galon. Peristiwa ini disebut sebagai agen oranye.

Memang tragedi ini tidak langsung sebagai akibat dari proses industri. Tapi merupakan hasil dari penggunaan produk yang dihasilkan dari sebuah industri pestisida. Kita tak bisa memisahkan dunia industri dalam mencermati persoalan lingkungan hidup.

### **Bencana Seveso**

**10 Juli 1976.** Di Seveso, sebuah kota di Negara Italia terjadi bencana kebocoran bahan kimia *dioksin*. Akibatnya juga berujung pada kematian flora dan fauna dan ribuan orang menderita penyakit kronis. Hal ini merupakan peristiwa yang diakibatkan dari industrialisasi dengan segala prosesnya.

Sekali lagi persoalan lingkungan menjadi sangat layak dicermati dari industrialisasi bukan? Bukan berarti serta merta kita menjustifikasi bahwa industri itu adalah hal yang tidak patut ada, akan tetapi setidaknya peristiwa masa lalu dijadikan pembelajaran pada hari ini, dan untuk menentukan “cara hidup” ke depan.

### **Kecelakaan Three Mile Island**

**28 Maret 1979,** di Dauphin Country, Pennsylvania terjadi kecelakaan pada Perusahaan Listrik Tenaga Nuklir. Kecelakaan berupa kebocoran telah melepaskan sejumlah gas dan *iodium* radioaktif ke lingkungan.

Akibat dari terjadinya kecelakaan tersebut, penduduk di sekitar terpapar bahan radioaktif. Hal ini berdampak luas dan jangka panjang. Dampak luas terjadi karena peristiwa pencemaran ini bersifat paparan melalui komponen lingkungan berupa air, udara dan tanah. Berdampak jangka panjang karena bahan radio aktif tersebut diwariskan melalui genetika dari satu generasi ke generasi berikutnya.

### **Tragedi Bhopal**

**3 Desember 1984,** terjadi kebocoran gas beracun pada pabrik pestisida Union Carbide di Bhopal. India. Pestisida adalah industri yang menghasilkan senyawa kimia berbahaya karena difungsikan untuk membunuh makhluk hidup yang disebut sebagai hama dalam usaha tani.

Dampaknya ialah menewaskan lebih dari 30.000 orang dan tak kurang dari 200 ribu orang menderita penyakit kronis. Tak berbeda dengan bahan kimia lainnya, hal ini pun berdampak luas dan jangka panjang pada manusia. Lagi-lagi, industri bertanggung jawab terhadap hal ini.

### **Tragedi Chernobyl**

**26 April 1986** di Chernobyl, sebuah kota di utara Ukraina. Pada Tanggal pukul 01.23 dini hari, terjadi kebocoran pada Perusahaan Listrik Tenaga Nuklir. Pelepasan radioaktif ke udara pun tak terelakkan. Kembali terjadi dampak yang luas dan jangka panjang bagi manusia dan makhluk hidup lainnya.

Peristiwa masuk dan dimasukkannya zat radioaktif ke lingkungan hidup melalui udara terjadi sebegitu cepat. Ini adalah salah satu kenapa peristiwa pencemaran lingkungan tidak bisa dianggap sepele, dan mata dunia tertuju pada kegiatan industri, karena faktanya memang demikian. Sekitar 6,6 juta penduduk terpapar materi radioaktif dan mengakibatkan berbagai kelainan mulai dari bayi yang lahir cacat hingga kanker ganas.

### **Pencemaran Minyak Exxon Valdez**

**23 Maret 1989.** Kapal supertanker *Exxon Valdez* yang memuat 12 juta galon minyak mentah tenggelam di tengah perairan Alaska. Kematian flora dan fauna di laut tak terelakkan. Hal ini berakibat langsung pada penurunan jumlah flora dan fauna serta keanekaragaman hayati (*biodiversity*) yang ada.

### **Sampah Industri Senjata Kimia**

**Tahun 1998.** Di Dzerhinsk, Rusia. Sampah industri senjata kimia ditumpuk di situ sejak tahun 1930-1998. *Blacksmith Institute* melaporkan bahwa bahan kimia tersebut jika dicampurkan dengan air, akan mengubah warna air menjadi lumpur yang berwarna putih.

Lumpur putih itu mengandung *dioksin* dan *fenol tingkat tinggi* yang bisa menimbulkan keracunan akut dan kematian. Hal ini merupakan pencemaran yang luar biasa dahsyatnya terhadap lingkungan.

## **Lumpur Sidoarjo**

**Mei 2006**, Indonesia juga mencatat peristiwa pencemaran lingkungan di dunia. Hal ini bukanlah prestasi. Terjadinya banjir lumpur panas di Sidoarjo ini dipicu oleh ledakan gas alam dari sumur minyak yang dieksploitasi oleh PT Lapindo Brantas di Jawa Timur, Indonesia. Ini adalah akibat proses industri dengan segala aktivitas dan prosesnya.

Semburan lumpur panas tak berhenti dalam waktu yang singkat. Sehingga berakibat rusak dan cemarnya lingkungan pun terjadi tidak dalam satu waktu. Kerugian yang ditimbulkan tidak sedikit. Di samping kerugian berupa rona lingkungan yang tercemar dan rusak, juga kerugian harta dan kesehatan manusia di dalam areal dan sekitar kawasan itu.

## **Fly Ash di Tennesse**

**22 Desember 2008**, Di Kingston Fossil Plant, Tennessee, terjadi kecelakaan berupa bobolnya tanggul penahan limbah *fly ash* seluas 35 Ha. Lebih dari 3,9 Juta meter kubik bubuk abu batubara tumpah dan menggenangi 400 Hektar lahan di sekitarnya. Tidak hanya itu, abu ini pun mengalir ke sungai. *Fly ash* berarti abu terbang yang merupakan residu pembakaran batubara.

Dari kronologis sejarah di atas, terlihat bahwa di tiap 10 tahun selalu ada peristiwa pencemaran terhadap lingkungan yang parah. Kendatipun di Tahun 1800an penduduk dunia di eropa sudah mengetahui bahwa lingkungan yang cemar bisa mengakibatkan kematian dan kemerosotan derajat kualitas hidup antar generasi, tapi pencemaran lingkungan tetap terjadi di belahan dunia lain.

Penyebab pencemaran dan kerusakan itu terjadi karena industri dan perang. Kecelakaan di dunia industri tetap merupakan *human error* dan disebut sebagai pencemaran lingkungan, bukan bencana alam (Dewata & Danhas, 2018). Karena pembicaraan kita ada di ranahnya manusia dengan segala aktivitasnya, maka tentulah berpulang kembali kepada manusia itu sendiri. Manusia sudah diberi akal budi dan nurani di samping ia memiliki keinginan (hasrat) dan kebutuhan hidup.

Sampai di sini, kita sudah melihat latar belakang kenapa pentingnya studi dan perhatian yang berpijak pada keseimbangan lingkungan dan kaitannya dengan dunia industri. Memang studi terkait masalah ini sudah

kerap dilakukan, tapi tetap diperlukan paradigma baru untuk melengkapi studi dan sangat relevan dengan masalah yang ada, yaitu masalah industri dengan dampaknya terhadap lingkungan hidup.

Latar belakang yang telah diuraikan di atas, baik secara rasional maupun secara fakta sejarah. Bahwa manusia senantiasa mengakibatkan terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan hidupnya. Adalah sangat ironis, manusia ingin meningkatkan kualitas hidupnya, tapi mereka sekaligus mencemari dan merusak lingkungan itu.

Dari latar belakang di atas, terlihat masalah industri dengan lingkungan seolah linear. Artinya, aktivitas industri yang dilakukan oleh manusia telah mencemari dan merusak lingkungan hidup. Pendekatan yang dilakukan secara linear tidak akan menyelesaikan permasalahan. Kenapa demikian? Karena kita telah memahami bahwa lingkungan hidup dengan manusia itu terkait secara "interaksi". Dengan demikian, antara industri sebagai maha karya manusia dengan lingkungan itu tidak dapat dipisahkan dalam menelaahnya guna memberikan kontribusi yang lebih baik ke depan dalam peran manusia sebagai khalifah di alam.

Cara pandang atau pendekatan yang mengintegrasikan antara industri dengan lingkungan ini sebagai sebuah sistem sangat diperlukan. Apabila tidak demikian, maka akan selalu terjadi paradoksasi (pertentangan) antara industri dengan segala kemajuannya dengan lingkungan yang perlu dilestarikan. Agaknya, di sinilah Ekologi Industri memberikan perannya. Ekologi Industri lah yang akan mengintegrasikan ke dua ranah tersebut dalam satu kesatuan secara holistik dan sistem. Inilah alasan mendasar kenapa perlu Ekologi Industri dipelajari, dikembangkan dan menjadi sebuah disiplin ilmu yang memenuhi syarat *ontologis*, *epistemologis* dan *axiologis*.

Persyaratan filosofis Ekologi Industri sebagai disiplin ilmu ini, akan diuraikan pada Sub Bab B.2 nanti. Karena filosofis keilmuan secara *ontologis*, *epistemologis* dan *axiologis* ini akan menjadi landasan untuk tegak dan berdirinya suatu disiplin ilmu yang kita sebut sebagai Ekologi Industri.

## **2. Apakah Ekologi Industri?**

Mendefinisikan ekologi industri jelas tidak sederhana. Banyak definisi yang diberikan oleh para ahli sebelum ini. Definisi dan pengertian

ini berkembang sesuai dengan waktu dan fenomena dan fakta yang muncul. Sebagaimana yang telah dipahami sebelum ini, bahwa interaksi manusia dengan lingkungan senantiasa berubah.

Dalam buku ini, kita akan menelusuri definisi untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif, dimulai dengan memahami kata “ekologi” dan kemudian dikaitkan dengan makna “industri” sehingga memberikan suatu definisi yang selanjutnya menjadi sebuah paradigma bagi kita. Artinya kita tidak sedang berusaha mengetahui atau menghafal tentang definisi atau batasan ekologi industri itu, tapi kita sedang mencoba mengenali, memahami dan selanjutnya menjadi *mindset* dan menghasilkan suatu sudut pandang dan sebutlah itu sebuah paradigma bagi kita ke depan dalam mencermati lingkungan dengan segala yang ada di dalamnya, termasuk aktivitas manusia itu sendiri sebagai bagian dari lingkungan yang sedang kita bicarakan ini. Kata “lingkungan” (*environment*) dalam bahasan ini, tidak sama secara implisit dengan kata “lingkungan hidup”.

Jika kita melihat, mencermati, dan mempelajari perilaku manusia dalam suatu ruang dan waktu, maka interaksi yang terjadi adalah “antara manusia dengan lingkungan hidupnya”. Di mana manusia yang ada di dalam lingkungan itu melangsungkan kehidupan yang sekaligus berinteraksi dengan masing-masing komponen lingkungan di mana tempat ia hidup. Inilah yang disebut sebagai Lingkungan Hidup (LH).

Artinya, perbedaan antara penggunaan kata “lingkungan” dengan istilah “lingkungan hidup” terletak pada cara pandang dan objek yang dijadikan fokus pengamatan dalam suatu *scope* (ruang lingkup). Istilah lingkungan berarti kita merujuk pada suatu kesatuan yang di dalamnya ada komponen makhluk hidup (*biotik*) dan makhluk tak hidup (*abiotik*) dan terjadi interaksi dinamis di dalamnya. Dalam hal ini, satu disiplin ilmu yang membidangnya adalah Ilmu Lingkungan (*environment science*). Ilmu Lingkungan ini tidak sama dengan Ekologi.

Ilmu Lingkungan merupakan multidisiplin yang khusus mempelajari tentang segala sesuatu yang ada dan terjadi pada lingkungan secara terintegrasi dan holistik. Sedangkan istilah “lingkungan hidup” digunakan pada saat mengkaji suatu ruang dan waktu serta bentuk interaksi yang terjadi antara manusia atau makhluk hidup lainnya dengan lingkungan atau habitat di mana ia berada. Dapat dipahami, terkait tentang lingkungan

hidup ini, sudah cukup banyak disiplin ilmu yang mengkajinya. Ekologi sebagai cabang dari Biologi juga mempelajari lingkungan, tetapi lingkungannya adalah “lingkungan hidup”. Begitu juga ilmu-ilmu lain, seperti Ilmu Kesehatan, Ilmu Kedokteran serta Ilmu Sosial lainnya, secara tak langsung maupun langsung akan menelaah masalah-masalah yang ada pada lingkungan hidup, tetapi tidak secara holistik mempelajari lingkungan secara mikro dan makro, sebagai suatu sistem. Karena ilmu yang mempelajari lingkungan secara makro dan mikro itu adalah Ilmu Lingkungan. Hanya saja di dalam Ilmu Lingkungan, akan otomatis mengkaji masalah lingkungan hidup secara kontekstual sesuai fokus kajian. Hal ini dimungkinkan karena Ilmu Lingkungan itu merupakan ilmu terapan yang multidisiplin.

Kita mulai dengan mendefinisikan kembali kata “ekologi”. Ekologi berasal dari *eco* dan *logos*. *Eco* berarti lingkungan dan *logos* berarti ilmu pengetahuan. Ekologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang hubungan (interaksi) timbal balik yang terjadi antara makhluk hidup dengan lingkungannya (Irwan, 2007). Sebelumnya, sudah banyak ahli yang mendefinisikan ekologi seperti Odum (1971) yang menyatakan bahwa ekologi adalah suatu studi yang mempelajari *struktur* dan *fungsi* ekosistem atau alam, di mana manusia adalah bagian dari alam.

Struktur ekosistem mengartikan bagaimana keadaan sistem ekologi pada suatu waktu dan tempat. Apa yang menyusunnya dan bagaimana keterkaitan antar komponen penyusun tersebut. Hal yang dikaji dalam konteks struktur ekosistem adalah seperti kerapatan (*density*), biomassa, penyebaran potensi unsur-unsur hara (*materi*), energi dan faktor lain yang menentukan karakteristik suatu ekosistem. Sedangkan fungsi ekosistem ialah bagaimana menggambarkan hubungan sebab akibat yang terjadi dalam sistem.

Definisi dan pengertian secara mendasar terhadap “ekologi” di atas, sangatlah penting. Karena pada prinsipnya Ekologi Industri adalah penerapan prinsip dan konsep ekologi yang didefinisikan di atas, di dalam dunia industri. Bagaimana kita bisa memahami secara utuh “Ekologi Industri” sebagai satu disiplin ilmu, jika kita masih memisahkan antara “ekologi” dengan “industri”. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman utuh dan mendasar terhadap ekologi terlebih dahulu sebelum mengaitkannya



dengan industri. Dengan kata lain, untuk menjadikan keterpaduan sistem antara ekologi dengan industri mestilah dipahami terlebih dahulu prinsip ekologi dan dunia industri, selanjutnya baru diterapkan prinsip-prinsip ekologi tersebut ke dalam industrialisasi.

Kata industri sudah populer dalam kehidupan sehari-hari, apalagi di era modernisasi dan peradaban *post modern* yang sering disebut-sebut sekarang. Industri adalah suatu aktivitas manusia untuk meningkatkan derajat kehidupannya. Industri didefinisikan sebagai segala upaya manusia untuk memenuhi keinginan dan kebutuhan hidupnya dengan memanfaatkan sumber daya alam dan sumber daya manusia melalui tahapan yang melibatkan adanya *input*, proses, dan *output*.

Menurut Kristanto (2000) dalam industri tersebutlah maka pemenuhan kebutuhan manusia berupa barang dan jasa dapat dipenuhi. Menurutnya, industrialisasi menempati posisi sentral dalam ekonomi masyarakat modern dan merupakan motor penggerak yang memberikan dasar bagi peningkatan kemakmuran dan mobilitas perorangan yang belum pernah terjadi sebelumnya.

Pengertian lain dari industri adalah sebagai suatu usaha atau kegiatan yang mengolah bahan mentah atau barang setengah jadi untuk menjadi barang jadi. Adapun barang jadi yang dihasilkan (*outputs*) itu berada dalam jumlah dan mutu tertentu, dan memiliki nilai tambah yang berorientasi untuk mendapatkan keuntungan (*benefits*). Makna implisit yang perlu kita garis bawahi dari pengertian ini, adalah bahwa tujuan industri tak lain tak bukan adalah keuntungan. Dilihat dari definisi di atas, jelas bahwa fungsi ekonomi adalah fungsi yang dikedepankan.

Sekilas sudah dapat kita pahami bahwa terdapat 2 (dua) hal yang berbeda secara mendasar antara “ekologi” dengan “industri”. Ekologi lebih kepada bagaimana menelaah dan menjelaskan interaksi yang terjadi antara makhluk hidup dengan makhluk hidup lainnya, serta bagaimana pula interaksi yang terjadi antara makhluk hidup itu dengan lingkungan hidupnya. Hal ini akan dijelaskan lebih jauh dan detail pada Bab II Prinsip-Prinsip Ekologi. Artinya, dalam ranah ekologi tidak ada fungsi ekonomis yang dikaji dan dituju.

Sementara itu, dunia industri justru tidak membicarakan tentang lingkungan hidup. Industrialisasi murni *benefits oriented* (tujuan

keuntungan). Artinya hanya berfungsi dalam tujuan ekonomis saja. Dengan kata lain-lain, tidak ada dikaji tentang bagaimana interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungan hidupnya, dan bagaimana interaksi sesama makhluk hidup itu sendiri pada lingkungan hidupnya tersebut. Di dunia industri, yang perlu dikaji adalah bagaimana proses dari industri tersebut bisa dengan modal sekecil kecilnya, dan proses seefisien mungkin, untuk mendapatkan hasil yang maksimal secara efektif sehingga mendapatkan nilai ekonomis semakin tinggi.

Dari deskripsi di atas, antara ekologi dan industri terdapat prinsip dan konsep yang jauh berbeda, bahkan tidak bisa disebut selaras dan serasi. Apabila dalam satu ruang atau wilayah diadakan proses industri, maka serta merta kegiatan yang berhubungan dengan penerapan ekologi untuk upaya pelestarian akan menimbulkan pertentangan. Lalu bagaimanakah kita mendefinisikan “Ekologi Industri?”

Tibbs (1992) telah memberikan batasan tentang Ekologi Industri yang disebutnya sebagai *Industrial Ecology*. Menurutnya, *Industrial ecology conceptualises industry as a man-made ecosystem that operates in a similar way to natural ecosystems, where the waste or by product of one process is used as an input into another process. Industrial ecology interacts with natural ecosystems and attempts to move from a linear to cyclical or closed loop system. Like natural ecosystems, industrial ecology is in a continual state of flux.*

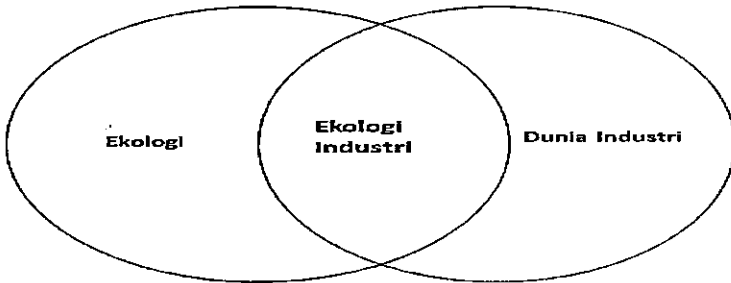
Definisi dari Tibbs di atas, jika diterjemahkan ke dalam Bahasa Indonesia, dapat dipahami sebagai berikut: “Ekologi industri mengonseptualisasikan industri sebagai ekosistem buatan manusia yang beroperasi dalam cara yang mirip dengan ekosistem alam, di mana limbah atau produk dari satu proses digunakan sebagai input ke proses lain. Ekologi industri berinteraksi dengan ekosistem alami dan berusaha untuk bergerak dari *linear* ke sistem *siklus* atau sistem *loop* tertutup. Seperti ekosistem di alam, maka ekologi industri pun berada dalam keadaan terus berubah”.

Beranjak dari definisi ini, selanjutnya bisa diuraikan beberapa poin penting yang merupakan substansi dari Ekologi Industri, yaitu:

- a. Industri sebagai ekosistem buatan manusia.

Hal ini sudah bisa dipahami bahwa industri merupakan sebuah *artificial ecosystem*. Artinya, industri merupakan hasil karya

industri. Ekologi merupakan disiplin ilmu murni (*pure science*) yang bukan multi disiplin. Ekologi cabang atau turunan dari Biologi sebagai induk ilmu murni yang mempelajari tentang makhluk hidup. Selanjutnya dunia industri adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan industrialisasi. Dimulai dari proses yang meliputi input, proses dan *output*, sampai pada dampaknya. Secara sederhana pembentukan Ekologi Industri sebagai ilmu ini diskemakan pada Gambar 3.



**Gambar 3. Ilustrasi Terbentuknya Ekologi Industri Sebagai Ilmu**

Pada Gambar 3 terlihat lingkaran paling kiri bertuliskan Ekologi. Kemudian terdapat lingkaran sebelah kanan yang bertuliskan Dunia Industri. Ke dua lingkaran kemudian membentuk irisan ataupun perpaduan yang bertuliskan Ekologi Industri. Secara ilustrasi memang begitulah adanya Ekologi Industri tersebut. Ia lahir dari hasil perpaduan atau integrasi antara Ekologi dengan dunia industri.

Lebih detail tentang prinsip Ekologi ini akan disajikan pada Bab II dan tentang dunia industri akan dibahas pada Bab IV. Tapi paling tidak pada sub bab ini, sudah dipahami apa dan bagaimana Ekologi Industri tersebut, dan apa pula yang melatarbelakanginya sehingga perlu dipelajari.

#### **4. Untuk Apa Mempelajari Ekologi Industri?**

Menjawab pertanyaan untuk apa, maka kita akan menjelaskan kedudukan dan tugas. Pada bahasan ini, kita dihadapkan pada 2 aspek. Aspek pertama Ekologi Industri dipandang sebagai “alat” untuk suatu kegunaan bagi manusia. Dalam hal ini, manusia dijadikan sebagai subjek, sementara Ekologi Industri bisa diposisikan sebagai objeknya ilmu.

Aspek yang kedua adalah Ekologi Industri itu sendiri sebagai subjek. Pada pembahasan yang kedua ini, manusia tidak dimasukkan sebagai subjek, tetapi sebagai pengamat dan pemikir serta penikmat yang melihat kebenaran relatif dari fungsi dan peran Ekologi Industri itu sendiri.

### *Ekologi Industri Sebagai Alat.*

Sebagai alat (*tools*) maka Ekologi Industri berguna bagi manusia dalam membenahi lingkungan hidupnya. Dengan suatu kesadaran (*awareness*) manusia merasa perlu berinteraksi dengan lingkungannya untuk menuju titik optimal interaksi positif yang berkelanjutan. Kondisi ini akan senantiasa meningkatkan kualitas hidup manusia itu sendiri di antar generasi.

Dengan memandang Ekologi Industri sebagai alat, maka pada praktisnya manusia memiliki cara pandang yang sudah mengintegrasikan prinsip-prinsip ekologi ke dalam dunia industri. Sehingga metodologi yang ada dalam Ekologi Industri dijadikan acuan atau praksis untuk suatu rekayasa sumber daya dan pembangunan serta pengembangan suatu industri, yang bertujuan untuk peningkatan ekonomi dan kesejahteraan umat manusia.

Apabila tidak ada cara pandang yang demikian, dan tidak digunakan metodologi yang ada di dalam Ekologi Industri itu, maka mustahil tujuan yang diinginkan untuk keberlanjutan keseimbangan optimal antara kualitas manusia dengan kualitas lingkungan bisa tercapai.

Sebagai alat, metodologi yang ada Ekologi Industri bisa dipandang juga sebagai sebuah Instrumen. Penggunaan metode itu bertujuan agar manusia dalam kegiatan industrinya, tetap berada pada koridor yang tepat.

Layaknya sebuah disiplin ilmu, maka mestilah ia mempunyai metodologi dan teori. Sehingga sebagai disiplin ilmu, Ekologi Industri harus mampu dijadikan alat untuk mencapai tujuan yang diinginkan tersebut, yaitu tatanan kehidupan yang lebih baik, di mana terjadinya interaksi optimal antara manusia dengan lingkungan hidupnya dari waktu ke waktu. Intinya adalah: “peningkatan kualitas hidup manusia”.

### *Ekologi Industri Sebagai Subjek*

Di samping memiliki metodologi dan teori, selanjutnya Ekologi Industri sebagai disiplin ilmu merupakan “realitas kebenaran relatif”.

Sebagai sesuatu yang benar, sebagai subjek ilmu, Ekologi Industri berguna dalam hal:

- a. Peningkatan ekonomi
- b. Peningkatan kualitas lingkungan

Ke 2 (tiga) hal di atas, adalah tujuan atau kegunaan dari Ekologi Industri sebagai sebuah disiplin ilmu secara *ontologis*.

Kenapa bisa demikian? Padahal kita tahu antara ekonomi dengan ekologi seolah terjadi pertentangan yang saling meniadakan, atau kompetisi yang sengit sejak dulu kala. Jawabannya ialah karena Ekologi Industri telah menerapkan prinsip-prinsip ekologi ke dalam dunia industri.

Dalam bahasa lain, bisa dikatakan bahwa Ekologi Industri merupakan *simbiosis* antara sumber daya lingkungan dengan proses industri. Lebih jauh hal ini akan disajikan pada Bab VI dan Bab VII.

## **B. Landasan Ekologi Industri**

Ekologi Industri telah memberikan suatu paradigma bahwa dunia industri bukanlah suatu yang terisolasi dari lingkungan hidup. Artinya, antara sistem industri dengan lingkungan tak bisa dipisahkan.

Selanjutnya, Ekologi Industri sebagai disiplin ilmu mestilah mempunyai landasan atau fondasi. Hal ini memungkinkan sehingga perkembangannya ke depan tetap mempunyai kerangka yang konsisten sesuai dengan fungsi dan perannya. Landasan untuk Ekologi Industri dapat dijabarkan berupa (1) landasan historis, (2) landasan empiris dan (3) landasan filosofis.

### **1. Landasan Historis**

Historis berarti sejarah. Sejarah Ekologi Industri berarti bagaimana kronologis atau dapat diartikan sebagai tahapan perkembangan seiring waktu dari Ekologi Industri tersebut. Artinya, Ekologi Industri tegak dan berkembang di atas struktur dan kronologis sejarah yang jelas dan bermakna.

Istilah *Industrial Ecology* atau Ekologi Industri pertama kali diperkenalkan oleh Harry Zvi Evan. Evan menyampaikan gagasannya pada sebuah seminar yang diselenggarakan oleh Komisi Ekonomi Eropa di Ibukota Polandia, Warsawa Tahun 1973. Selanjutnya dalam *Journal for International Labour Review*, Evan mendefinisikan Ekologi Industri sebagai

analisis sistematis mengenai operasi industri dengan memasukkan faktor-faktor seperti teknologi, lingkungan, sumber daya alam, aspek biomedis, aspek institusi, instrumen yuridis formal atau hukum, dan sosial ekonomi.

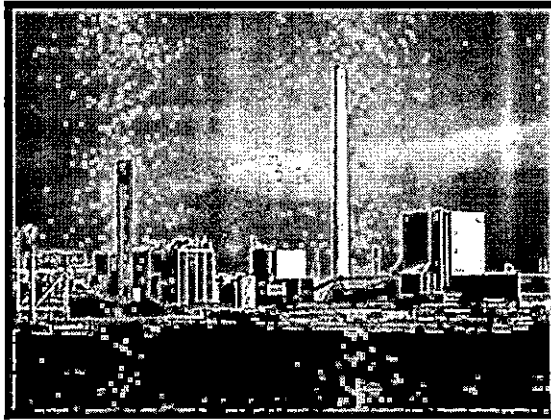
Kala itu, Evan tidak menyinggung masalah *local wisdom* (kearifan lokal) seperti adanya nilai dan norma serta etika lingkungan. Di masa sekarang, apalagi di negara kita yang sarat dengan nilai-nilai etika lingkungan di tiap suku bangsa dan budaya maka faktor itu harus dimasukkan dan dikedepankan.

Selanjutnya pada Tahun 1989 dalam artikel *Scientific American*, Robert Frosch dan Nicholas E. Gallopoulos kembali menyebut dan menggunakan istilah ekologi industri dalam sebuah konsep dan pandangannya. Dipercaya bahwa saat inilah Ekologi Industri dipopulerkan. Visi Frosch dan Gallopoulos adalah:

- a. Mengapa sistem industri kita tidak berperilaku seperti ekosistem di alam? Dalam arti, limbah spesies dapat menjadi sumber daya untuk spesies lain?
- b. Mengapa tidak dijadikan *output* dari suatu industri lalu digunakan sebagai input untuk industri yang lain?
- c. Jika 2 poin di atas dilakukan, maka terjadi (1) pengurangan penggunaan bahan mentah, (2) polusi, dan (3) penghematan pada pengolahan limbah.

Visi ke dua ilmuwan ini selanjutnya terwujud pada sebuah *industrial park* (taman industri) di Kota Kalundborg Negara Denmark (lihat Gambar 4). Di sini beberapa keterkaitan produk sampingan dan limbah panas dapat ditemukan di antara berbagai entitas seperti pembangkit listrik besar, kilang minyak, pabrik farmasi, pabrik eternit, produsen enzim, perusahaan limbah, dan kota itu sendiri. Contoh lainnya adalah Rantasalmi EIP (*Eco-Industrial Park*) di Kota Rantasalmi, Negara Finlandia. Taman industri ini, adalah EIP yang direncanakan pertama di Negara Finlandia.

Secara riset dan publikasi ilmiah selanjutnya, pada tahun 1997 Ekologi Industri sudah populer di kalangan ilmuwan dan akademisi dengan terbitnya *Industrial Ecology Journal* (Jurnal Ekologi Industri). Pada tahun 2001 muncul pula komunitas yang membentuk sebuah gerakan dan pandangan dengan nama Masyarakat Internasional untuk Ekologi Industri.



**Gambar 4. Kalundborg Eco-Industrial Park (EIP)**  
(Sumber: *Main Article History of Industrial Ecology*, Wikipedia, 2018)

Sejak tahun 2004, perkembangan Ekologi Industri dalam konteks ilmu dan riset serta aplikasinya, serta kecenderungan kebijakan dari beberapa negara secara internasional telah menempatkan Ekologi Industri pada posisi yang cukup kuat dan dinamis. Pearce, (2008) menyatakan bahwa apabila prinsip ekologi Industri telah diterapkan secara utuh pada ranah kebijakan internasional, maka akan tercipta ekonomi yang lebih efisien dengan lebih sedikit polutan dan produk sampingan lainnya yang tidak diinginkan.

Dalam hal keilmuan, Allenby telah meletakkan dasar-dasar ontologisnya Ekologi Industri dalam bukunya "*The ontologies of industrial ecology*" yang terbit pada Tahun 2006. Sejak saat itu, Ekologi Industri pun sudah menjadi salah satu studi yang ada di tingkat universitas di berbagai negara, sampai hari ini.

## **2. Landasan Empiris.**

Dalam bahasa sehari-hari, kata empiris sering merujuk atau identik dengan ilmiah. Empiris menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2010) berarti berdasarkan pengalaman. Ditambahkan oleh Soegyono (2013) bahwa empiris adalah suatu cara atau metode yang dilakukan yang bisa diamati oleh indera manusia, sehingga cara atau metode yang digunakan tersebut bisa diketahui dan diamati oleh orang lain.

Dapat kita menafsirkan bahwa dalam mengejar kebenaran, sebutlah itu suatu realitas yang relatif, dan ini menjadi sebuah ilmu pengetahuan manusia selalu percaya pada inderanya. Indera itu lebih dipercaya karena bersifat universal dan sama bisa diterima oleh orang lain. Tapi empiris itu awalnya bisa didapati oleh seseorang, yang mengandalkan rasionalitasnya kemudian menarik kesimpulan setelah dibuktikannya dari pengalaman realitasnya. Kesimpulan yang ia dapat tersebut, selanjutnya bisa didapati dan diyakini pula oleh orang lain. Biasanya, ilmu-ilmu *exacta* dalam proses pembelajaran di pendidikan formal selalu lebih mengedepankan metode empiris ini yang sering disebut dengan metode eksperimen.

Jika berlandas pada empiris ini, Ekologi Industri jelas berdiri di atasnya dengan kokoh. Karena ia lahir dari 2 (dua) disiplin ilmu *exacta*. Persyaratan empiris yang ada pada Ekologi, sudah ada padanya. Begitu juga pada industri, seperti dipelajari pada disiplin ilmu terapan berupa Teknik Industri dan rekayasa sumber daya lainnya.

Dalam suatu industri, manusia selalu ingin agar fungsi-fungsi dari komponen yang terlibat di dalamnya menjadi maksimal. Sebutlah *outputs* sebagai Y. Maka disusunlah persamaan sederhana berupa:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3)$$

di mana

$X_1$  = Sumber daya

$X_2$  = Energi

$X_3$  = Modal

Para praktisnya, semakin tinggi  $X_1$  dan  $X_2$  serta  $X_3$  maka titik capaian maksimal Y menjadi meningkat. Hal ini akan menguntungkan. Akan tetapi, apabila X (sumber daya) telah langka (*scarcity*) apa yang terjadi? Tentu Y akan menuju titik nol. Grafik kurva Y semakin menurun seiring dengan habisnya sumber daya, kendatipun energi ( $X_2$ ) dan modal ( $X_3$ ) meningkat karena konversi nilai Y ke dalam bentuk nilai ekonomis bisa digunakan untuk membeli atau mendapatkannya.

Hal ini sudah sering dialami selama ini. Tak jarang suatu industri *collapse* karena sumber daya sebagai *inputs* mengalami kelangkaan atau bahkan kepunahan. Prinsip ekonomi mikro, apabila barang langka maka harga akan meningkat. Untuk mendapatkan barang langka itu, maka suatu



industri harus meningkatkan pula *income* nya melalui peningkatan produksi dan menaikkan harga. Tapi, pada situasi pasar bebas, persaingan yang sempurna industri itu akan dihadapkan pada harga yang diatur oleh pasar. Sehingga industri tersebut menjadi tidak bisa tumbuh dan berkembang.

Oleh karena itu, diperlukan suatu industri di mana fungsi-fungsi produksinya itu selalu berada dalam keadaan yang seimbang bukan? Untuk itu maka suatu industri membutuhkan *inputs* yang selalu tersedia di alam. Persoalan keuntungan ekonomis, tidak bersifat sementara akan tetapi mampu tumbuh dan berkembang sepanjang waktu pada titik yang seimbang.

Cara berfikir sederhana ini telah menghantarkan umat manusia khususnya pelaku industri dan pembuat kebijakan tergiring untuk menerapkan prinsip-prinsip Ekologi Industri seperti yang sudah kita pahami. Implikasinya ialah bagaimana memandang industri sebagai instrumen pertumbuhan ekonomi itu, berada dalam suatu sistem yang holistik antara sistem industri dengan lingkungan. Hal ini akan menjadikan optimalisasi siklus material, dari mulai bahan mentah hingga menjadi bahan setengah jadi atau bahan jadi. Di samping itu juga dioptimalkan seluruh komponen yang ada dalam sistem produksi sampai pada pembuangan akhir.

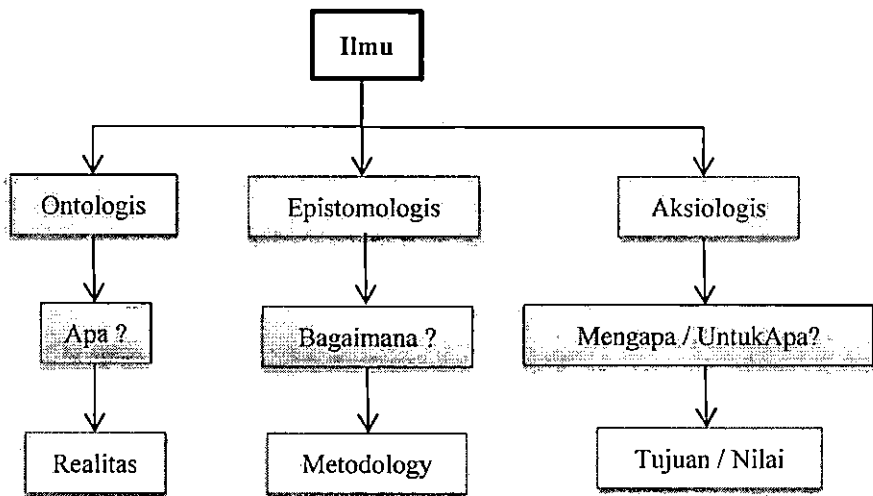
Faktor-faktor yang dioptimalkan di dalam kajian Ekologi Industri adalah (1) sumber daya, (2) energi dan (3) modal. Sebagaimana yang sudah dipahami bahwa konsep yang ada di dalam ekologi industri adalah menganalogikan ekosistem di alam. Dengan demikian, prinsip ekologi yang meletakkan sistem atas beberapa subsistem atau tingkatan interaksi yang dimulai dari sel, spesies, populasi dan ekosistem sampai pada biosfer ini, pun begitu adanya pada sistem industri. Demikianlah secara empiris Ekologi Industri tegak kokoh sebagai sebuah disiplin ilmu.

### **3. Landasan Filsafat Ilmu**

Sebelum lebih jauh membahas landasan filsafat ilmu, mari kita cermati terlebih dahulu apakah yang dimaksud dengan filsafat ilmu. Filsafat berarti nilai kebijaksanaan yang dikandung dalam suatu yang dilihat. Jika ilmu yang dilihat dalam sudut pandang filsafat maka, kita akan dihadapkan pada filsafat ilmu.

Endraswara (2012) mengemukakan bahwa filsafat ilmu merupakan wahana berfikir yang kritis, dan menggiring penalaran manusia ke dalam sebuah ilmu secara hakiki. Orang yang berilmu tapi tak memahami filsafat dari ilmu itu, maka dia bisa keliru dalam pemahamannya terhadap ilmu tersebut. Oleh karena itu, dalam hal ini kita perlu memberikan landasan secara filosofis terhadap Ekologi Industri. Agar pemahaman kita secara utuh terhadap Ekologi Industri benar-benar sesuai dengan hakikatnya secara benar.

Jika ilmu itu dipandang secara filosofis, menurut Yusuf (2015) ilmu tersebut dapat dibedakan dari pengetahuan berdasarkan apa objeknya (*ontology*), bagaimana mendapatkannya (*epistemology*) dan untuk apa (nilai) ilmu itu (*axiology*). Mari kita skemakan pernyataan di atas, pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Skematis Filsafat Ilmu

Dari Gambar 5 terlihat bagan yang secara filsafat mengharuskan suatu ilmu mestilah mempunyai 3 (tiga) hal tersebut. Mari kita identifikasi Ekologi Industri yang sudah dipahami sejauh ini, berdasarkan pada masing-masing kotak yang tersedia.

### *Ontologis, Epistemologi dan Aksiologi*

Kalau *ontologi* menjawab pertanyaan “apa” maka kita dengan mudah menentukan jawaban bahwa Ekologi Industri jelas merupakan sebuah ilmu pengetahuan. Ilmu pengetahuan secara filosofis adalah kebenaran realitas yang bisa dibuktikan secara empiris dan logis. Ilmu (*science*) berbeda dengan pengetahuan (*knowledge*). Ilmu mempunyai struktur dan memenuhi syarat filsafat ilmu. Sementara pengetahuan bisa saja hanya sebatas tahu (*known*).

*Ontologi*-nya Ekologi Industri adalah Ekologi Industri sebagai subjek ilmu yang sudah dipaparkan sebelumnya. Mulai dari konsep dan definisinya, sampai pada sejarah lahirnya serta lingkup dan cakupan kajian yang ditelaah dalam ranah Ekologi Industri tersebut. Itulah Ekologi Industri.

*Epistemologi*-nya Ekologi Industri berarti menjawab pertanyaan “bagaimana mendapatkan realitas kebenaran relatif dari Ekologi Industri tersebut? Dalam hal ini kita dihadapkan pada metodologi dan cara pengembangan ilmu itu sendiri, karena ilmu tidaklah statis, dia berkembang dan ini salah satu membedakannya dengan pengetahuan.

Karena Ekologi Industri terbentuk dari hasil sintesis antara Ekologi dengan Industri, maka metodologi yang ada di masing-masingnya, merupakan metode pula pada Ekologi Industri. Cara-cara ilmiah dan empiris tetap digunakan di dalam Ekologi Industri dengan melibatkan multi disiplin ilmu.

Sesuai dengan prinsipnya, Ekologi Industri mengadaptasi analogi ekosistem alam kedalam sistem industri. Tingkatan-tingkatan organisme dalam ekosistem saling berinteraksi, saling mempengaruhi membentuk suatu sistem yang menunjukkan kesatuan yang holistik. Maka metode yang ada di dalam menelaah hierarki ekologis ini pun akan menjadi metode pula dalam pengembangan Ekologi Industri. Dengan kata lain, langkah ilmiah yang ada di dalam Ekologi sekaligus diterapkan di dalam metodologi yang ada di dalam Ekologi Industri.

Penerapan metode yang ada di dalam Ekologi, ditransfer ke dalam dunia industri. Contoh sederhana adalah adanya tingkatan organisasi dalam dunia industri. Sebagaimana diketahui bahwa ada (1) adalah industri tunggal, (2) industri kawasan, dan (3) industri global serta (4) ekosistem

industri. Antara komunitas industri dan lingkungannya selalu terjadi interaksi. Interaksi ini menciptakan kesatuan ekologi yang disebut ekosistem. Komponen penyusun ekosistem adalah produsen, konsumen, dan dekomposer/pengurai. Kesemuanya diperoleh dan dikembangkan melalui langkah-langkah ilmiah yang empiris. Semuanya berlaku universal menurut ruang dan waktu.

Ekologi Industri berkembang ditandai dengan adanya banyak ragam kelompok hubungan antar produksi dan konsumsi. Dari perspektif suatu institusi, keragaman ini dapat dikelompokkan berdasarkan batasan sistem. Salah satu bagian dari ekologi industri adalah simbiosis industri. Istilah simbiosis industri ini pun lahir karena adanya penerapan metodologi ilmiah. Lebih jauh hal ini akan dibahas pada Bab berikutnya terutama pada Bab VII Paradigma Ekologi Industri.

*Aksiologis*-nya Ekologi Industri berarti menjawab pertanyaan “untuk apa?”. Jawabannya adalah penerapan Ekologi Industri dalam kehidupan. Hal ini bisa kita ingat kembali dari bahasan sebelumnya, bahwa Ekologi Industri lahir dari berbagai macam terjadinya degradasi lingkungan hidup, terutama karena dampak industri. Terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan karena dunia industri membidani lahirnya paradigma mempersatukan secara integrasi dan holistik antara ke duanya.

Tujuannya jelas untuk pertumbuhan ekonomi yang bermuara pada peningkatan kesejahteraan manusia dan sekaligus mempertahankan dan bahkan meningkatkan kualitas lingkungan hidup. Dengan demikian, titik optimal yang merupakan titik temu keseimbangan antara kualitas manusia dengan kualitas lingkungan itu, bisa berkelanjutan di antar generasi.

### *Objek Formal dan Objek Materiil*

Objek formal adalah seluruh yang berada dalam studi atau kajian Ekologi Industri. Karena Ekologi Industri pada dasarnya fokus pada 2 (dua) aspek, yaitu (1) peningkatan ekonomi dan (2) peningkatan kualitas lingkungan. Maka seluruh yang ada pada ranah ekonomi dan lingkungan adalah merupakan objek formal dari Ekologi Industri.

Di samping objek formal, sebagai ilmu maka Ekologi Industri itu pun mesti mempunyai objek materiil. Objek materiil adalah apa yang menjadi fokus pada studi atau kajian Ekologi Industri. Objek materiil lebih

sempit dari pada objek formal. Pada konsep ekologi industri, sistem industri dipandang bukan sebagai suatu sistem yang terisolasi dari sistem dan lingkungan di sekelilingnya, melainkan merupakan satu kesatuan yang dipandang sebagai sebuah sistem. Di dalam sistem ini dioptimalkan siklus material, dari mulai bahan mentah hingga menjadi bahan jadi, komponen, produksi dan pembuangan akhir. Ini semua berada dalam ranahnya industrialisasi.

Faktor-faktor yang dioptimalkan itu, meliputi sumber daya, energi dan modal. Inilah yang menjadi objek formal dari Ekologi Industri. Dengan kata lain, Ekologi Industri dalam objek materiil tidak fokus pada persoalan ekonomi, ataupun pada persoalan lingkungan hidup, tapi pada proses industri.

### C. Resume

Kita sampai pada subbab C Resume. Pada bab ini, hanya mengintisarikan bahasan yang ada pada subbab A dan B. Untuk mempermudah *stressing point* maka disusun dalam tata urutan dan penomoran sebagai berikut.

1. Ekologi Industri perlu dipelajari karena:

*Rasionalitas* : Manusia selalu berinteraksi dengan lingkungan hidupnya. Sementara itu, lingkungan memiliki karakteristik (a) *change* (berubah), (b) *complex*, (3) *undpredictable* (tidak pasti), (c) *conflict* (konflik).

*Realitas* : Catatan panjang tentang peristiwa pencemaran dan kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh dampak industri, baik secara langsung maupun tidak langsung.

2. Ekologi Industri adalah suatu disiplin ilmu yang bersifat multidisiplin dan terapan (*applied science*) yang mengkonseptualisasikan industri sebagai ekosistem buatan manusia yang beroperasi dalam cara yang mirip dengan ekosistem alam. Layaknya keseimbangan ekosistem alamiah maka limbah atau produk dari satu proses industri yang ada, digunakan sebagai input ke proses industri lain. Dengan demikian, keberlanjutan sistem

industri dapat terjaga di antar generasi. Pada dasarnya Ekologi Industri adalah menerapkan prinsip-prinsip Ekologi ke dalam dunia industri.

3. Ekologi Industri terbentuk dari sintesis antara Ekologi dengan industri.
4. Tujuan Ekologi Industri adalah (a) meningkatkan kualitas lingkungan hidup, (b) pertumbuhan ekonomi dan (c) keberlanjutan titik optimal interaksi antara kesejahteraan manusia dengan kualitas lingkungan.
5. Sebagai sebuah ilmu, maka Ekologi Industri berdiri di atas fondasi atau memiliki landasan berupa (a) landasan historis, (b) landasan empiris dan (c) landasan filosofis.

# BAB II

## PRINSIP EKOLOGI

Prinsip dapat dianalogikan dengan dasar dalam hal ini. Sebagai dasar, bisa dipahami sebagai hal-hal yang sangat menentukan dan membedakan identitasnya dengan yang lain. Prinsip Ekologi berarti hal-hal yang sangat mendasar, yang ada di dalam Ekologi yang menjadi identitasnya sehingga ia berbeda dengan ilmu-ilmu lain.

Sekilas kita *review* bahwa Ekologi Industri lahir dan terbentuk dari hasil sintesis antara Ekologi dengan Industri. Dengan kata lain, dalam perspektif Ekologi Industri tidak ada ruang pemisah antara dunia industri dengan lingkungan. Antara industri dengan lingkungan dipandang sebagai satu kesatuan di mana di dunia industri tersebut diterapkan prinsip-prinsip ekologi.

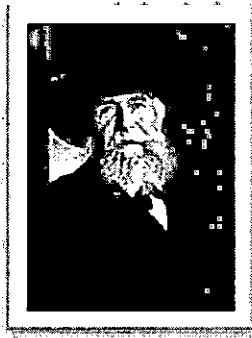
Oleh karena itu, tentu kita perlu memahami Ekologi itu sendiri secara ilmu. Dalam hal ini tidaklah mungkin dipelajari Ekologi secara utuh sebagai cabang dari Biologi. Akan tetapi kita diperkenalkan pada prinsip-prinsip Ekologi itu, sehingga memahami pula bagaimana menerapkan prinsip tersebut ke dalam industri.

### A. Ekologi Sebagai Ilmu

Berbicara tentang Ekologi, kita harus mengenang Ernst Heinrich Haeckel (1834 – 1919). Ia adalah seorang ilmuwan dan profesor Zoologi di Universitas Jena, berkebangsaan Jerman. Di samping itu, ia juga seorang pelukis ulung. Hasil karya tangannya adalah membuat kelompok organisme plankton. Sebelumnya, ia belajar ilmu kedokteran, lalu ketertarikannya terhadap Zoologi Laut telah menghasilkan banyak riset yang berkaitan dengan makhluk hidup yang ada di laut, terutama plankton. Terakhir, pada Tahun 1866 diperkenalkannya istilah Ekologi.

Burnie (2010) mengemukakan bahwa Haeckel menggunakan kata “Ekologi” kala itu dengan menggabungkan dua kata Yunani berupa “*oikos*” yang berarti rumah atau rumah tangga dengan “*logos*” yang berarti

ilmu. Dengan demikian secara harfiah Ekologi berarti ilmu yang mempelajari tentang rumah. Sepintas lalu seolah tidak ada kaitannya dengan lingkungan alam.



**Gambar 6. Ernst Heinrich Haeckel (1834 – 1919)**

Pada makna luas dan secara praktis, lahirnya Ekologi mengakibatkan penelitian tentang makhluk hidup tidak dilakukan secara terpisah lagi antara satu spesies dengan lingkungannya baik biotik maupun abiotik. Karena Ekologi mempelajari cara makhluk makhluk hidup itu berinteraksi dengan lingkungan fisik atau rumah tangga dan dengan spesies-spesies lain di sekeliling mereka.

Pada paruh kedua abad ke 20, perubahan teknologi dan populasi manusia yang bertambah cepat telah merusak sistem-sistem alamiah pada tingkatan yang tidak pernah terjadi sebelumnya. Sebagai akibatnya, minat terhadap Ekologi pun meroket. Setelah bertahun tahun diliputi bayang-bayang, Ekologi telah menjadi bagian kunci ilmu hayati (Burnie, 2010).

Perkembangan Ekologi yang sedemikian pesat di bidang keilmuan baik secara teoritis dan praktik telah membentuk ilmu-ilmu baru. Ilmu baru itu terbentuk karena adanya penerapan prinsip Ekologi itu pada bidang ilmu yang lain, yang salah satunya adalah Ekologi Industri yang sedang kita bicarakan ini. Di samping itu, menurut Kristanto (2000) Ekologi ini merupakan dasar dari Ilmu Lingkungan. Sebagaimana kita ketahui, Ilmu Lingkungan itu merupakan ilmu multidisiplin yang lahir dari akibat perkembangan Ekologi itu sendiri.



Karena sedemikian populer dan meluasnya penggunaan kata Ekologi ini, tak jarang orang salah dalam memahaminya. Seperti diungkap oleh Burnie (2000) setelah beberapa dasawarsa kemudian, Ekologi menjadi istilah populer yang trendi: Produk-produk di pasaran diklaim pembuatnya sebagai produk “ramah ekologi” dan banyak orang mengaku sebagai orang sadar ekologi. Akan tetapi meskipun telah mejadi istilah keseharian, Ekologi tetap kerap disalahpahami.

Oleh karena itu, kita perlu menelusuri kembali ke makna hakiki yang prinsipil dari Ekologi yang telah digagas oleh Haeckel, dan didefinisikan oleh beberapa ahli kemudian, seperti Irwan (2007) memberikan definisi bahwa Ekologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang hubungan (interaksi) timbal balik yang terjadi antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Sementara itu Burnie (2010) menyederhanakan bahwa Ekologi adalah ilmu yang mempelajari bagaimana cara makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungan fisik atau rumah tangganya dan dengan spesies-spesies di sekelilingnya.

Agaknya, untuk menambah khasanah dan pemahaman kita tentang pemaknaan hakiki dan prinsipil dari Ekologi, kita merujuk pada Odum (1971) yang menyatakan bahwa Ekologi adalah suatu studi yang mempelajari *struktur* dan *fungsi* ekosistem atau alam, di mana manusia adalah bagian dari alam. Definisi yang dikemukakan Odum ini, lebih mendasar sifatnya. Sehingga layak dan relevan digunakan dalam konteks Ekologi Industri yang sedang dipelajari.

Kata “struktur” secara umum bisa diartikan sebagai susunan antara satu komponen dengan komponen lainnya yang terkait secara fungsional dan membentuk suatu sistem. Sebagai susunan, maka komponen-komponen yang ada di dalamnya mestilah lebih dari satu, dan tidak merupakan sebaran yang acak. Tetapi memang tersusun menurut suatu aturan yang memiliki pola tertentu antara satu komponen dengan komponen yang lain, berdasarkan fungsi masing-masing komponen itu.

Sedangkan kata “fungsi” sederhananya dapat dianalogikan dengan kedudukan. Dimisalkan dengan sebuah rumah tangga, maka fungsi Ayah adalah sebagai kepala rumah tangga. Sebagai kepala rumah tangga, maka kedudukan itu menyebabkan Ayah memiliki peran. Dengan kata lain, fungsi atau kedudukan terhadap sesuatu, memiliki konsekuensi tugas atau

peran. Jika tugas atau peran tidak dilaksanakan dengan baik atau sesuai dengan fungsi yang melekat padanya maka fungsi tersebut bisa dikatakan “tidak berfungsi” lagi.

Dalam contoh ini, peran Ayah adalah mencari nafkah untuk keluarga, bertanggung jawab terhadap anggota keluarga dan lain sebagainya. Sementara itu, kedudukan Ibu sebagai Ibu Rumah Tangga berperan dalam hal mengurus rumah tangga dan anak. Bukan berarti Ayah tidak ikut serta mengurus anak, tapi sebagai kepala keluarga, Ayah bertanggung jawab terhadap itu, hanya saja yang secara langsung didelegasikan kepada Ibu.

Menurut hemat penulis, ini adalah suatu keseimbangan dalam sistem keluarga. Artinya dengan pembagian atas fungsi atau kedudukan ini, sekaligus dengan peran atau tugas yang melekat padanya, bukan berarti *gender*. Justru itulah suatu kodrati. Dengan demikian, apabila fungsi dan peran itu terlaksana dengan baik maka layaknya sebuah sistem lingkungan, maka keseimbangan alamiah pun terjadi.

*Struktur ekosistem* mengartikan bagaimana keadaan sistem ekologi pada suatu waktu dan tempat. Keadaan yang dimaksud adalah apa yang menyusunnya dan bagaimana keterkaitan antar komponen penyusun tersebut. Hal yang dikaji dalam konteks struktur ekosistem adalah seperti (1) kerapatan (*density*), (2) biomassa, (3) penyebaran potensi unsur-unsur hara (*materi*), (4) energi dan (5) faktor lain yang menentukan karakteristik suatu ekosistem.

Sedangkan *fungsi ekosistem* ialah bagaimana menggambarkan hubungan sebab akibat yang terjadi dalam sistem. Hubungan sebab akibat ini ada karena adanya struktur. Dicontohkan dalam sebuah rumah tangga kembali, adanya fungsi Ayah sebagai kepala rumah tangga itu, dikarenakan adanya keterkaitan atau keterikatan serta *causalitas* (hubungan sebab akibat) yang terbentuk dan membentuk rumah tangga. Jika tidak ada hubungan pernikahan, maka tidak ada fungsi Ayah bukan?.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kajian ekologi sebenarnya mencari pengertian substansial dari “bagaimana fungsi organisme di alam dan apa-apa komponen yang menjadi penyusunnya” sehingga ia membentuk sebuah ekosistem. Sejauh ini, kata “ekosistem” dapat diartikan sebagai sebuah “sistem ekologi” yang ada pada ruang dan

waktu tertentu, sesuai dengan fokus kajian. Lebih detail tentang makna “ekosistem” akan dibahas pada subbab B nantinya. Selanjutnya, dapat dipahami bahwa ruang lingkup konteks kajian ekologi hanya pada 5 (lima) level organisasi, yaitu: (a) organisme (individu), (b) populasi, (c) komunitas, dan (d) ekosistem (*ecology system*), serta (e) ekosfer atau biosfer. Masing-masing level organisme itu, dijelaskan sebagai berikut:

a. *Organisme (individu).*

Organisme adalah makhluk yang mempunyai ciri-ciri bermetabolisme, tumbuh, bergerak, dan bereproduksi. Individu adalah setiap organisme tunggal. Artinya makhluk hidup tersebut tidak berkoloni atau hidup dalam jumlah yang lebih dari satu.

Hal ini dibedakan dengan uniseluler dan multiseluler. Uni seluler berarti makhluk tersebut terdiri dari satu sel saja seperti amuba dan bakteri. Sedangkan multiseluler adalah makhluk hidup yang mempunyai banyak sel dengan sistem yang kompleks seperti manusia.

Semua organisme terdiri atas bermacam-macam spesies. Setiap spesies mempunyai susunan materi hereditas yang berbeda dengan spesies lain. Setiap anggota spesies secara potensial dapat/mampu mengadakan perkawinan dengan anggota lain dari spesies yang sama, tetapi secara normal tidak dapat kawin dengan anggota spesies yang berbeda. Pernyataan ini, dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan membedakan satu spesies dengan spesies lainnya pada satu habitat atau ruang dan waktu.

b. *Populasi*

Populasi adalah kelompok individu yang sejenis, yang dapat melakukan perkawinan (*interbreeding*) dan menempati area tertentu, pada waktu tertentu. Perkembangan selanjutnya, istilah populasi meluas, sehingga tidak harus dalam satu ruang atau tempat saja. Contohnya ketika kita sedang membicarakan populasi manusia, maka pernyataan ini tidak hanya tentang manusia yang hidup pada satu budaya atau wilayah, tetapi berarti semua manusia yang hidup di planet bumi.

c. *Komunitas*

Komunitas adalah kelompok organisme yang terdiri atas sejumlah jenis yang berbeda, yang secara bersama-sama menempati habitat atau area

yang sama, dan terjadi interaksi melalui hubungan *trofik* dan *spatial*. Berdasarkan *trofik*, maka dibedakan atas 2 (dua), yaitu *autotrofik* dan komponen *heterotrofik*. Sementara itu, berdasarkan *spatial* berarti merujuk pada ruang atau tempat.

Setiap organisme dan populasi dalam komunitas alamiah memiliki *habitat* dan *niche*. Habitat adalah tempat atau komunitas organisme hidup, tumbuh, dan berkembang secara alami. Habitat mempunyai variasi ukuran yang sangat luas, tergantung fokus kajian dan lingkungannya.

Bisa saja habitat itu seluas hutan, atau lautan tapi juga bisa seluas rongga mulut manusia, atau sebuah kolam di depan rumah.

*Niche* (relung) adalah peran ekologis suatu spesies dalam komunitas atau deskripsi peran total struktur dan fungsi spesies di dalam ekosistem.

Analogi umum: *habitat* = “alamat” dalam ekosistem; sedangkan *niche* = cara menempatnya, atau cara hidup = “jabatan”.

Sementara *area* adalah keseluruhan distribusi geografis suatu takson; atau bentang lahan (*landscape*), atau daerah yang ditempati oleh komunitas atau grup lain.

Kita harus ingat bahwa istilah “wilayah” adalah bahasa administratif teritorial, bukan bahasa ekologi. Artinya, wilayah administratif itu, dibuat dan ditentukan oleh manusia bukan berdasarkan pada sistem ekologi, tetapi berdasarkan kepentingan manusia dalam membaginya yang bisa saja berdasarkan faktor ekonomi sosial budaya dan politik.

#### d. Ekosistem

Ekosistem adalah komunitas alami yang berinteraksi satu sama lain, dengan faktor fisik dan kimia seperti energi matahari, temperatur udara, angin, kelembaban udara, air, tanah, dan sebagainya. Ekosistem juga didefinisikan sebagai unit fungsional yang meliputi komponen biotik (tumbuhan, hewan, dan manusia) dan komponen abiotik (lingkungan fisiko-kimia) dari area spesifik.

Oleh karena itu, untuk menyebutkan suatu ekosistem harus disebutkan juga area spesifiknya. Contohnya adalah “ekosistem pesisir”, “ekosistem tundra” dan lain sebagainya.

e. *Ekosfer/ Biosfer (Ekosistem Global)*

Ekosfer adalah bagian bumi tempat semua organisme hidup berada dan berinteraksi; atau bagian bumi dan atmosfer yang dapat menunjang kehidupan organisme.

Ekosfer terdiri atas: atmosfer (udara), hidrosfer (perairan/ lautan), dan lithosfer (daratan/tanah).

Ruang lingkup ekologi secara realitas, atau secara *ontologis* dapat dijelaskan dalam bentuk pertanyaan yang lahir ketika akan memasuki dan setelah berada di dalam ranah ekologi. Pertanyaan-pertanyaan tersebut ialah:

- a. Bagaimana suatu spesies beradaptasi di dalam habitatnya?
- b. Apa yang diperlukan oleh spesies dari habitatnya untuk *survive* dan berkembang biak?
- c. Bagaimana mereka berinteraksi dengan spesies lainnya dalam sebuah ekosistem?
- d. Bagaimana spesies-spesies berinteraksi dan mencirikan telah terbentuknya populasi?

Secara luas seorang ahli ekologi akan mampu melakukan riset ilmiah dan atau menjelaskan (1) proses kehidupan dan (2) adaptasi, (3) distribusi dan (4) kelimpahan organisme, (5) perpindahan material dan energi pada komunitas, (6) suksesi perkembangan dari ekosistem dan (7) distribusi dari keanekaragaman hayati pada konteks lingkungan.

Catatan yang penting untuk kita ingat ialah bahwa dalam konteks keilmuan, manusia sejajar dengan makhluk hidup lain di alam sebagai makhluk ciptaan Tuhan Yang Maha Esa. Sehingga dengan demikian, mencermati pertanyaan-pertanyaan yang ada di dalam ranah Ekologi tersebut, berarti kita juga sedang menyelidiki manusia.

Oleh karena itu, ilmu yang berkaitan dengan peradaban manusia dan bagaimana manusia berinteraksi dengan lingkungannya juga didasari oleh Ekologi. Sehingga lahirlah kemudian ilmu-ilmu baru seperti Ekologi Manusia, Ekologi Industri, Ekologi Pesisir dan lain-lain yang mengandalkan dan menerapkan Ekologi sebagai landasan kajian dan pendekatan.

## B. Ekosistem

### 1. Pengertian Ekosistem

Untuk memudahkan kita memahami ekosistem, kita bisa memperhatikan kehidupan di sekitar kita. Sebut saja di suatu pagi kita akan beraktivitas ke luar rumah. Pertama yang kita lihat adalah cahaya matahari. Cahaya matahari bersinar ke segala penjuru dan pada suatu areal persawahan, cahaya tersebut langsung dimanfaatkan oleh semua makhluk hidup yang ada di areal persawahan tersebut.

Pada areal persawahan tersebut, terdapat banyak makhluk hidup (*biotik*) dan makhluk tidak hidup (*abiotik*). Makhluk hidup yang ada pada areal persawahan meliputi padi sawah, katak, burung, cacing, belalang dan lain-lain. Kita sebut itu semua sebagai biotik. Sementara itu, yang tergolong abiotik ialah air sawah, cahaya matahari, udara dan tanah sebagai media tumbuhnya padi sawah tersebut.

Setelah kita memilah dan mengidentifikasi komponen yang ada pada areal persawahan itu, berupa komponen biotik dan abiotik, lantas kita bisa menyuguhkan pertanyaan “Sebenarnya apa yang terjadi antara masing-masing komponen pada areal persawahan tersebut”? yang terjadi sesungguhnya ialah adanya aksi dan reaksi antara satu komponen dengan komponen yang lainnya dan membentuk suatu keseimbangan alamiah. Aksi dan reaksi yang selanjutnya kita sebut dengan interaksi antara satu komponen yang sejenis, misalnya antara sesama spesies padi sawah, maupun interaksi antara padi sawah dengan rumput liar (*gulma*) serta interaksi antara padi sawah dengan tanah.

Kesemua komponen ternyata berinteraksi satu sama lain. Mereka saling mempengaruhi. Membentuk suatu sistem yang secara alamiah seimbang sedemikian rupa dengan siklus yang terjadi berupa siklus hara, siklus materi, siklus energi dan siklus hidrologi. Secara langsung kita akan menyebut bahwa areal padi sawah tersebut adalah sebuah “ekosistem padi sawah”. Ekosistem merupakan tingkat organisasi yang lebih tinggi dari komunitas, atau merupakan kesatuan dari suatu komunitas dengan lingkungannya di mana terjadi antar hubungan. Di sini tidak hanya mencakup serangkaian spesies tumbuhan dan hewan saja tapi juga segala macam bentuk materi yang melakukan siklus dalam sistem itu serta energi yang menjadi sumber kekuatan.

Untuk mendapatkan energi dan materi yang diperlukan untuk hidupnya semua komunitas bergantung kepada lingkungan abiotik. Organisme produsen memerlukan energi cahaya, oksigen, air dan garam-garaman yang semuanya diambil dari lingkungan abiotik. Energy dan materi dari konsumen tingkat pertama diteruskan ke konsumen tingkat kedua dan seterusnya ke konsumen lainnya melalui jaring-jaring makanan.

Struktur dari ekosistem dinamakan dengan *struktur ekologi*. Selain itu juga ekologi murni mempelajari proses hubungan timbal balik antara komponen abiotik dan komponen biotik yang berada dalam ekosistem. Perhatian cabang-cabang ekologi dapat ditujukan kepada jenis medium ekosistem yaitu (a) ekosistem lautan (*marine ecosystem*), (b) ekosistem perairan tawar (*limnis ecosystem*), (c) ekosistem tanah basah (*semiterrestris ecosystem*), (d) ekosistem tanah kering / gembur (*terrestris ecosystem*) dan (e) ekosistem daerah kota perindustrian (struktur-struktur manusia).

Tiap-tiap cabang ekosistem tersebut lebih lanjut dapat dibagi menjadi *makro ekosistem* misalnya hutan, padang rumput, dan lain-lain. Selanjutnya makro ekosistem dapat dibagi lagi menjadi *meso-ekosistem*, misalnya hutan dibagi menjadi hutan tropis, hutan sub-tropis. Meso-ekosistem masih dapat dibagi lagi menjadi *mikro-ekosistem*, misalnya hutan kayu jati, dan sebagainya. Mikro ekosistem adakalanya masih dapat terdiri atas *nano-ekosistem*, misalnya suatu kebun tanaman pisang yang terdiri dari kelompok-kelompok tanaman pisang jenis pisang ambon, pisang raja, pisang emas.

Demikianlah pemahaman tentang ekosistem dalam perspektif ekologi yang menurut Irwan (2007) di dalam ekosistem, setiap spesies mempunyai suatu *niche* ekologi yang khas. Setiap spesies hidup di tempat dengan faktor-faktor lingkungan yang khas yaitu di suatu habitat tertentu. Ekosistem seperti halnya dengan komunitas tidak mempunyai batas-batas ruang dan waktu. Batasan yang bisa digambarkan adalah batasan ekologi itu sendiri. Artinya apabila suatu ciri dasar pada suatu ekosistem telah berubah menurut suatu area maka pada perubahan tersebutlah bisa ditegakkan dan ditegaskan suatu batas, yang disebut batas ekologis.

Sementara itu, Kristanto (2000) mengemukakan bahwa ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik

antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Dengan kata lain, ekosistem adalah tatanan kesatuan secara utuh dan menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi.

Ekosistem sebagai unit fungsional dasar dalam ekologi yang di dalamnya tercakup organisme dan lingkungannya (lingkungan biotik dan abiotik) dan di antara keduanya saling memengaruhi (Odum, 1971). Definisi lain sebelumnya, dikemukakan oleh Tansley (1935) yang menyatakan bahwa ekosistem ialah suatu unit ekologi (*an ecological unit*) yang di dalamnya terdapat struktur dan fungsi. Struktur yang dimaksudkan dalam ekosistem tersebut yakni berhubungan dengan keanekaragaman spesies atau spesies *diversity*. Pada ekosistem yang strukturnya kompleks, maka akan mempunyai keanekaragaman spesies yang tinggi.

## 2. Prinsip Ekosistem

Untuk menemukan prinsip ekosistem ini, mari dicermati pendapat ke 4 (empat) ahli di atas. Jika ditelaah, pemahaman yang diberikan oleh Irwan dan Kristanto serta Tansley dan Odum, sebenarnya tidak ada perbedaan. Justru ada persamaan. Secara eksplisit dan linear memang seolah tidak sama antara yang satu dengan yang lain, tapi implisitnya, setiap definisi dan ruang lingkup atau pengertian dari masing-masing, apabila dikembangkan dengan penalaran logis dan teori serta prinsip ekologi, maka terdapat persamaan. Persamaan antara ke 4 pengertian di atas, dapat disimpulkan menjadi hal yang substansial dan prinsipil, yaitu:

- a. Dalam ekosistem terdapat hubungan timbal balik antara sesama makhluk hidup dengan lingkungannya, di tempat makhluk hidup itu berada.
- b. Terjadinya peristiwa saling mempengaruhi antara satu komponen dengan komponen yang lain, karena adanya hubungan timbal balik.
- c. Pada kondisi alamiah (tanpa adanya campur tangan manusia), ekosistem itu bersifat seimbang, karena ia dibentuk dan terbentuk oleh sistem ekologi.
- d. Ekosistem merupakan satu kesatuan yang utuh (holistik) dan tidak bisa dipisahkan antara satu komponen dengan komponen yang lainnya dalam kajian ekologi.



- e. Ekosistem tidak mengenal batas wilayah administratif, tetapi ditentukan oleh batas terjadinya peristiwa saling mempengaruhi antara satu komponen dengan komponen yang lain, pada ruang dan waktu.
- f. Pada ekosistem yang mempunyai struktur yang kompleks maka *biodiversity* yang terdapat pada ekosistem itu pun semakin tinggi.

Jika dilihat arti dan maksud ekosistem secara yuridis formal, berdasarkan Undang-Undang tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) yaitu Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 dicantumkan bahwa ekosistem adalah tatanan unsur lingkungan hidup yang merupakan kesatuan utuh menyeluruh dan saling mempengaruhi dalam membentuk keseimbangan, stabilitas dan produktivitas lingkungan hidup. Pernyataan secara aturan hukum ini, juga mengandung makna poin a – f yang merupakan prinsip dari ekosistem. Hanya saja kata “unsur lingkungan hidup” dianalogikan dengan “komponen”.

### 3. Pengelompokan Ekosistem

Pengelompokan ekosistem dilakukan dalam rangka mempermudah kajian dan metodologi dalam pengembangan ilmu ataupun untuk tujuan penelitian. Ekosistem dapat dikelompokkan menurut susunannya, seperti:

#### a. *Komponen Autotrof.*

(*Auto* = sendiri dan *trophikos* = menyediakan makan).

*Autotrof* adalah organisme yang mampu menyediakan/menyintesis makanannya sendiri yang berupa bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan energi seperti matahari dan kimia. Komponen *autotrof* berfungsi atau kedudukannya di dalam ekosistem adalah sebagai produsen.

Adapun komponen yang tergolong *autotrof* ini ialah tumbuh-tumbuhan hijau.

#### b. *Komponen Heterotrof.*

(*Heteros* = berbeda, *trophikos* = makanan).

*Heterotrof* merupakan organisme yang memanfaatkan bahan-bahan organik sebagai makanannya dan bahan tersebut disediakan oleh organisme lain. Adapun komponen atau unit lingkungan yang tergolong *heterotrof* ini adalah manusia, hewan, jamur, dan mikroba.

c. *Bahan tak Hidup (abiotik).*

Bahan tak hidup yaitu komponen fisik dan kimia yang terdiri dari tanah, air, udara, sinar matahari. Bahan tak hidup merupakan medium atau substrat tempat berlangsungnya kehidupan, atau lingkungan tempat hidup, yang populer disebut sebagai lingkungan hidup.

d. *Pengurai (dekomposer)*

Pengurai adalah organisme *heterotrof* yang menguraikan bahan organik yang berasal dari organisme mati (bahan organik kompleks). Organisme pengurai menyerap sebagian hasil penguraian tersebut dan melepaskan bahan-bahan yang sederhana yang dapat digunakan kembali oleh produsen.

Adapun yang termasuk ke dalam pengurai ini adalah bakteri dan jamur.

Selanjutnya ekosistem pun dapat dikelompokkan atas macam dan jenisnya, seperti:

a. *Ekosistem Darat.*

Ekosistem darat ialah ekosistem yang lingkungan fisiknya berupa daratan. Berdasarkan letak geografisnya (garis lintangnya), ekosistem darat dibedakan menjadi beberapa bioma, yaitu sebagai berikut.

1) *Bioma Gurun.*

Beberapa Bioma gurun terdapat di daerah tropika (sepanjang garis balik) yang berbatasan dengan padang rumput. Ciri-ciri bioma gurun adalah gersang dan curah hujan rendah (25 cm/tahun). Suhu siang hari tinggi (bisa mencapai 45°C) sehingga penguapan juga tinggi, sedangkan malam hari suhu sangat rendah (bisa mencapai 0°C). Perbedaan suhu antara siang dan malam sangat besar.

Tumbuhan semusim yang terdapat di gurun berukuran kecil. Selain itu, di gurun dijumpai pula tumbuhan menahun berdaun seperti duri contohnya kaktus, atau tak berdaun dan memiliki akar panjang serta mempunyai jaringan untuk menyimpan air.

Hewan yang hidup di gurun antara lain rodensia, ular, kadal, katak, dan kalajengking.

2) *Bioma Padang Rumput.*

Bioma ini terdapat di daerah yang terbentang dari daerah tropik ke subtropik. Ciri-cirinya adalah curah hujan kurang lebih 25-30 cm per tahun dan hujan turun tidak teratur. Porositas (peresapan air) tinggi dan drainase (aliran air) cepat.

Tumbuhan yang ada terdiri atas tumbuhan terna (*herbs*) dan rumput yang keduanya tergantung pada kelembapan.

Hewannya antara lain: bison, zebra, singa, anjing liar, serigala, gajah, jerapah, kanguru, serangga, tikus, dan ular.

3) *Bioma Hutan Basah.*

Bioma Hutan Basah terdapat di daerah tropika dan subtropik. Ciri-cirinya adalah, curah hujan 200-225 cm per tahun. Spesies pepohonan relatif banyak, jenisnya berbeda antara satu dengan yang lainnya tergantung letak geografisnya.

Tinggi pohon utama antara 20-40 m, cabang-cabang pohon tinggi dan berdaun lebat hingga membentuk tudung (kanopi). Dalam hutan basah terjadi perubahan iklim mikro (iklim yang langsung terdapat di sekitar organisme). Daerah tudung cukup mendapat sinar matahari.

Variasi suhu dan kelembapannya tinggi/besar; suhu sepanjang hari sekitar 25°C. Dalam hutan basah tropika sering terdapat tumbuhan khas, yaitu liana (rotan), kaktus, dan anggrek sebagai epifit. Sementara itu, jenis hewannya antara lain, kera, burung, badak, babi hutan, harimau, dan burung hantu.

4) *Bioma Hutan Gugur.*

Bioma hutan gugur terdapat di daerah beriklim sedang, Ciri-cirinya adalah curah hujan merata sepanjang tahun. Terdapat di daerah yang mengalami empat musim (dingin, semi, panas, dan gugur). Jenis pohon sedikit (10 s/d 20) dan tidak terlalu rapat. Hewannya antara lain rusa, beruang, rubah, bajing, burung pelatuk, dan rakun (sebangsa luwak).

5) *Bioma Taiga.*

Bioma taiga terdapat di belahan bumi sebelah utara dan di pegunungan daerah tropik. Ciri-cirinya adalah suhu di musim dingin rendah. Biasanya taiga merupakan hutan yang tersusun

atas satu spesies seperti konifer, pinus, dan sejenisnya. Semak dan tumbuhan basah sedikit sekali. Hewannya antara lain *moose*, beruang hitam, ajag, dan burung-burung yang bermigrasi ke selatan pada musim gugur.

6) *Bioma Tundra*.

Bioma tundra terdapat di belahan bumi sebelah utara di dalam lingkaran kutub utara dan terdapat di puncak-puncak gunung tinggi. Pertumbuhan tanaman di daerah ini hanya 60 hari.

Contoh tumbuhan yang dominan adalah *Sphagnum*, *liken*, tumbuhan biji semusim, tumbuhan kayu yang pendek, dan rumput.

Pada umumnya, tumbuhannya mampu beradaptasi dengan keadaan yang dingin, dengan adaptasi morfologis dan fisiologis dari tumbuh tumbuhan tersebut.

Hewan yang hidup di daerah ini ada yang menetap dan ada yang datang pada musim panas, dengan karakteristiknya, semua hewan tersebut berdarah panas.

Hewan yang menetap memiliki rambut atau bulu yang tebal, contohnya *muscox*, rusa kutub, beruang kutub, dan insekta terutama nyamuk dan lalat hitam.

b. *Ekosistem Air Tawar*.

Ciri-ciri ekosistem air tawar antara lain variasi suhu tidak menyolok, penetrasi cahaya kurang, dan terpengaruh oleh iklim dan cuaca. Macam tumbuhan yang terbanyak adalah jenis ganggang, sedangkan lainnya tumbuhan biji.

Hampir semua filum hewan terdapat dalam air tawar. Organisme yang hidup di air tawar pada umumnya telah beradaptasi.

Demikianlah pengertian tentang ekosistem dalam kajian ekologi serta prinsip yang ada di dalam sebuah ekosistem serta penggolongannya. Selanjutnya, terkait dengan ekosistem ternyata dalam sebuah ekosistem terdapat beberapa kaidah-kaidah yang dengan kaidah inilah landasan dalam kajian ekologi untuk menentukan sebuah ekosistem dapat dikatakan sebagai ekosistem.

Kaidah-kaidah ekosistem ini, sebenarnya merupakan asas bagi penelitian yang berkaitan dengan ekosistem tertentu baik secara mikro

maupun makro. Secara mikro, bisa saja untuk meneliti ekosistem suatu kolam ikan misalnya. Tetapi kaidah-kaidah yang ada pada kolam ikan juga tidak akan berbeda apabila penelitian dilakukan pada suatu lingkungan hidup yang lebih luas seperti pada ekosistem pesisir misalnya.

Kita dapat membedakan antara prinsip dengan kaidah ini. Prinsip ekosistem berarti apa yang mendasari sehingga suatu ekosistem dapat dikatakan sebagai ekosistem, sementara itu kaidah lebih kepada aturan yang berlaku untuk sebuah ekosistem apabila sudah dianggap sebagai ekosistem. Dengan kata lain, sebuah ekosistem dalam kajian ekologi apabila ia telah memenuhi semua prinsip yang telah diuraikan di atas, dan otomatis kaidah-kaidah ekosistem pun melekat padanya. Berarti, dalam studi ekologi, apabila kaidah dan prinsip tidak terpenuhi, maka studi tersebut tidak dapat dilanjutkan sebagai sebuah studi dalam lingkup ekosistem.

#### **4. Kaidah-kaidah Ekosistem**

Beberapa kaidah ekosistem menurut Irwan (2007) ialah:

- a. Bahwa suatu ekosistem diatur dan dikendalikan secara alamiah.
- b. Suatu ekosistem mempunyai daya kemampuan yang optimal dalam keadaan berimbang. Di atas kemampuan tersebut ekosistem tidak lagi terkendali, dengan akibat menimbulkan perubahan-perubahan lingkungan atau krisis lingkungan yang tidak lagi berada dalam keadaan lestari bagi kehidupan organisme.
- c. Interaksi yang ada, terjadi antara (1) komponen biotis dengan komponen-komponen abiotik, (2) sesama komponen biotis dan (3) sesama komponen-komponen abiotik.
- d. Interaksi itu senantiasa terkendali menurut suatu dinamika yang stabil, untuk mencapai suatu optimum mengikuti setiap perubahan yang dapat ditimbulkan terhadapnya dalam ukuran batas-batas kesanggupannya.
- e. Setiap ekosistem memiliki sifat-sifat yang khas di samping yang umum dan secara bersama sama dengan ekosistem lainnya mempunyai peranan terhadap ekosistem keseluruhan (biosfer).
- f. Setiap ekosistem tergantung dan dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor tempat, waktu dan masing-masing membentuk basis-basis

perbedaan di antara ekosistem itu sendiri sebagai pencerminan sifat-sifat yang khas.

- g. Antara satu dengan lainnya, masing-masing ekosistem juga melibatkan diri untuk memilih interaksinya pula secara tertentu.

## 5. Komponen Ekosistem.

Sering juga komponen ekosistem disebut dalam buku-buku ekologi sebagai faktor ekosistem. Dengan kata lain, ekosistem berdiri atas beberapa faktor yang merupakan penentu dari spesifikasi sebuah ekosistem. Sebagaimana sebelumnya telah disinggung pada contoh sebuah ekosistem padi sawah sebelumnya, lebih jauh pada sub bab ini akan kita bahas tentang komponen (faktor penentu) sebuah ekosistem.

Irwan (2007) mengemukakan bahwa untuk keperluan deskriptif sebuah ekosistem, maka komponen-komponen yang ada terdiri dari:

### a. *Komponen abiotik berupa:*

- 1) Senyawa-senyawa *inorganic* (C, H, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O) yang terlibat dalam siklus materi dan siklus mineral.
- 2) Senyawa-senyawa *organic* (protein, karbohidrat, lemak dan seterusnya) yang menghubungkan biotik dan abiotik.
- 3) Iklim (suhu, cahaya, kelembapan dan faktor fisis lainnya)
- 4) Air.

### b. *Komponen biomassa berupa:*

- 1) Produsen, yakni organisme autotropik.  
Umumnya adalah tumbuhan hijau (berklorofil) yang mampu menghasilkan atau membentuk makanan dari senyawa-senyawa anorganik yang sederhana.
- 2) Makrokonsumer atau *phagotroph*.  
Adalah organisme heterotropik, terutama binatang yang mencernakan organisme-organisme atau bagian bahan organik.
- 3) Mikrokonsumer berupa saprotrof yang mempunyai kemampuan untuk merombak senyawa kompleks dari protoplasma yang mati. Fungsinya yang utama ialah menghasilkan senyawa organik sebagai sumber energi yang dapat menghambat atau merangsang komponen biotik lainnya dalam ekosistem.

Jelas ia menentukan sekali dalam dinamika keseimbangan alamiah pada sebuah ekosistem di mana ia berada. Bisa kita bayangkan jika mikrokonsumer ini tidak ada di bumi, maka bumi akan terisi penuh dengan limbah, baik limbah alamiah apalagi limbah ulah manusia. Akan tetapi secara alamiah hal ini tidak mungkin terjadi, karena jika tidak ada pengurai tentu tidak ada istilah “keseimbangan alamiah”.

## C. Komunitas

### 1. Pengertian Komunitas

Komunitas adalah sekelompok makhluk hidup dari berbagai macam jenis yang hidup bersama pada suatu kawasan. Secara konsep, komunitas adalah seluruh populasi yang hidup bersama pada suatu daerah. Organisme yang hidup bersama ini sering disebut dengan komunitas biotik. Lazimnya tidak ada sebutan untuk komunitas abiotik dalam suatu lingkungan hidup.

Tentu saja komunitas tersebut sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungannya. Faktor lingkungan yang mempengaruhinya tidak hanya makhluk hidup saja, tetapi seluruh komponen lingkungan yang ada. Kesemuanya berinteraksi dan berdinamika.

Dengan demikian, ruang lingkup komunitas berarti meliputi keseimbangan materi dan energi, konsep keseimbangan dan adaptasi serta jaring-jaring kehidupan sebagaimana yang telah kita kaji sebelumnya. Hukum yang ada pada ekosistem terakumulasi pada suatu ranah yang kita sebut komunitas. Mempelajari dan menelaah komunitas, berarti sudah memasuki ranah lingkungan menurut perspektif ilmu lingkungan.

Faktanya, komunitas itu sangat beranekaragam. Keanekaragaman makhluk hidup yang sering disebut keanekaragaman hayati atau *biodiversity* dalam ilmu lingkungan, adalah bentuk dari suatu keanekaragaman komunitas. Margalef (1958) menyatakan terkait dengan keanekaragaman komunitas, perlu dipelajari aspek keanekaragaman itu dalam organisasi komunitasnya, misalnya:

- a. Mengalokasikan individu populasinya ke dalam spesiesnya.
- b. Menempatkan spesies tersebut ke dalam habitat dan *niche*-nya.
- c. Menentukan kepadatan relatifnya dalam habitatnya

- d. Menempatkan tiap individu ke dalam setiap habitatnya dan menentukan perannya di dalam habitat tersebut.

Langkah di atas, bisa diterapkan sebagai salah satu metode dalam terapan konsep pelestarian lingkungan. Apabila telah teridentifikasi masing-masing komponen hayati berdasarkan spesiesnya, dan diketahui kepadatan relatifnya serta terakhir diketahui peran spesies tersebut di dalam habitat dan pada ekosistemnya, maka dengan sangat berhati-hati manusia bisa menjaga dan bahkan meningkatkan kuantitas dan kualitas keanekaragaman hayati yang ada pada suatu ekosistem.

## **2. Individu dan Populasi**

Kata individu berasal dari bahasa latin yang artinya tidak dapat dibagi. Benar demikian adanya karena satu spesies makhluk hidup dikatakan satu individu apabila tubuhnya merupakan satu kesatuan dalam perannya sebagai suatu makhluk hidup. Apabila dilakukan pembagian lagi, maka dia akan berubah menjadi organ atau jaringan. Jaringan ialah apabila pada satu individu dibagi lagi dan didapatkan kumpulan sel yang sama jenis dan fungsinya. Dengan kata lain, pada satu individu terdapat kumpulan sel-sel yang sejenis dan sama fungsinya membentuk jaringan. Selanjutnya jaringan yang sama fungsinya akan tersusun membentuk organ. Contohnya pada manusia disebut adanya organ tangan, organ kepala dan lain-lain yang sebenarnya merupakan bagian dari individu. Organ yang fungsinya sama akan tersusun membentuk sistem organ yang akhirnya membentuk satu individu.

Istilah populasi adalah kumpulan individu-individu yang sejenis. Kata populasi ini berasal dari bahasa latin yaitu *populus* yang artinya adalah penduduk. Dalam ekologi, apabila kita membicarakan populasi, maka mestilah disebutkan jenis individu yang dimaksud pada tempat tertentu dan pada jangka waktu tertentu pula. Misalnya kita membicarakan populasi padi sawah yang terdapat pada Kelurahan Gunung Sarik pada Bulan Januari sampai Februari Tahun 2018. Karena apabila tidak demikian, maka arti populasi tersebut akan meluas.

Lebih jauh dapat diketahui bahwa sifat yang harus dimiliki oleh suatu populasi ialah bahwa di dalamnya terdapat kerapatan atau kepadatan. Perbedaan antara kerapatan dengan kepadatan sebenarnya terletak pada



jenis individu yang akan dirujuk. Kalau pada manusia, maka digunakan istilah kepadatan, sedangkan pada tanaman digunakan istilah kerapatan. Di samping adanya kepadatan dan kerapatan, sifat populasi yang lain ialah adanya natalitas (angka kelahiran), mortalitas (angka kematian), penyebaran umur, dispersi dan lain sebagainya.

#### **D. Konsep Materi dan Energi.**

Konsep yang mendasar yang akan kita pahami dalam materi dan energi ini ialah mengantarkan atau memberi landasan pada kita untuk memasuki makna dari keseimbangan lingkungan, yang akan dibahas pada Bab III Keseimbangan Lingkungan dan Kependudukan nantinya. Keseimbangan lingkungan sering disebut sebut, tapi bagaimanakah mekanisme yang bekerja di alam secara alami sehingga ia bisa menjadi seimbang? dan apanya yang seimbang itu? Inilah yang akan dipahami dimulai dengan konsep yang mendasarinya yaitu konsep materi dan energi.

Dalam ekosistem terdapat 2 (dua) aspek yang penting. Dua aspek ini merupakan aspek dasar sehingga sebuah ekosistem dapat berlangsung dan senantiasa berdinamika seiring waktu dan perubahan yang terjadi. Dengan kata lain, suatu ekosistem dikatakan sebagai ekosistem dalam kajian ekologi terpenuhi prinsip dan kaidah yang sudah dijelaskan sebelumnya. Tapi prinsip dan kaidah itu bisa ada, apabila padanya terdapat 2 aspek yaitu materi dan energi. Tanpa ada materi dan energi maka tidak akan ada apa yang kita sebut-sebut sebagai ekosistem.

Untuk memulai pemahaman kita tentang konsep materi dan energi ini, mari kita segarkan ingatan kita terlebih dahulu tentang hukum *termodinamika*. Bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Yang ada hanya transformasi energi, atau perubahan bentuk dari energi.

Contoh sederhana ialah energi panas dari api yang kemudian berubah menjadi energi uap air ketika api tadi digunakan untuk memanaskan ketel berisi air. Selanjutnya energi uap tadi akan mampu menggerakkan sebuah kereta api yang terbuat dari besi yang sedemikian berat berjalan di atas rel. Bahwa telah terjadi perpindahan energi dari api menjadi energi gerak.

Materi yang ada yang menyertai energi atau sebaliknya, materi yang disertai perpindahan energi tersebut pun telah berubah bentuk pula. Api

telah berubah menjadi uap. Dengan kata lain, perubahan materi mengikuti dan diikuti dengan perpindahan energi yang dikandung oleh materi tersebut. *Subhannallah*. Demikianlah Pencipta telah meletakkan neraca keseimbangan dalam sebuah siklus materi dan energi di alam.

Selanjutnya hukum termodinamika juga menjelaskan bahwa setiap transformasi energi yang terjadi akan mengalami degradasi berupa energi yang terpusat menjadi energi yang terpancar. Proses transformasi energi tidak ada yang efisien 100 % di alam. Artinya, setiap transformasi energi akan menghasilkan limbah. Tetapi kemudian limbah ini pun akan mengikuti kaidah dalam keseimbangan alamiah dalam suatu ekosistem. Misalnya, pada ekosistem air tawar, di mana air mempunyai kemampuan untuk menjernihkan dirinya sendiri (*self purification*) seperti proses alamiah sedimentasi di dasar sungai.

Substansinya ialah bahwa pada suatu ekosistem telah sedemikian rupa terbentuk keseimbangan alami yang dinamis. Terjadinya limbah dan proses-proses perubahan, akan membentuk perubahan ekosistem yang tetap lestari dan seimbang. Justru karena campur tangan manusia lah sesungguhnya ekosistem lantas menjadi tidak berfungsi optimal dan tatanan keseimbangan materi dan energi yang ada menjadi rusak.

Pada suatu ekosistem sebut saja ekosistem hutan jati. Kita awali dengan kehidupan di pagi harinya, di mana sinar matahari memancar di semua komponen hutan. Materi yang ada pada hutan tersebut kita ambil materi yang dominan yakni pohon jati. Pohon jati terdiri atas akar, batang dan daun. Daunnya yang lebar dan banyak akan menyerap sinar matahari dan terjadilah proses fotosintesis.

Proses fotosintesis akan menghasilkan makanan yang ditransfer oleh daun dengan pembuluh yang ada ke seluruh bagian pohon jati tersebut. Makanan tersebut menjadi bahan baginya untuk tumbuh dan kembang. Terbentuknya percabangan dan pembentukan daun, buah dan bunga.

Selanjutnya, seiring usia, daun-daun yang sudah lama mulai menguning dan siap-siap untuk gugur. Satu per satu daun yang tua gugur digantikan dengan daun-daun yang baru, beserta tunas-tunas baru. Keseimbangan tetap terjaga. Daun yang gugur, berserakan di tanah.

Materi yang jatuh di tanah berupa daun jati tua ternyata tidaklah sia-sia. Ia akan dirombak menjadi senyawa sederhana oleh komposer.

Selanjutnya pada tanah, ia akan menjadi sumber energy kembali yang diserap oleh akar. Bukankah keseimbangan dalam siklus materi dan energi terjadi sedemikian indah pada ekosistem pohon jati?

Lalu apakah hal di atas, atau analogi peristiwa transformasi materi dan energi di atas tidak berlaku di dunia industri? Jawabnya tentu saja berlaku. Perbedaannya hanya terletak pada sifat antara keseimbangan hutan jati dengan keseimbangan yang ada pada dunia industri.

Ekosistem hutan jati mencapai keseimbangannya melalui mekanisme alamiah yang disebut juga ekosistem alamiah (*natural ecosystem*) sementara itu, dunia industri adalah ekosistem buatan (*artificial ecosystem*). Sedikit kita sudah melihat ada hal-hal yang bisa dianalogikan antara keduanya.

#### **E. Konsep Daya Dukung**

Dalam batasan ekologi, daya dukung mempunyai banyak pengertian. Pengertian terhadap daya dukung ditentukan dari sudut pandang dalam lingkup pembahasan atau fokus pengetahuan yang dibicarakan. Irwan (2007) memberikan pengertian terhadap daya dukung dari 3 sudut pandang, yakni:

1. Daya dukung lingkungan (*carrying capacity*) diartikan sebagai batas teratas dari pertumbuhan suatu populasi, di atas mana jumlah populasi itu tidak lagi dapat didukung oleh sarana, sumber daya dan lingkungan yang ada.
2. Daya Dukung dalam dunia margasatwa diartikan sebagai jumlah individu yang dapat didukung oleh suatu habitat.
3. Daya dukung dalam dunia padang gembala diartikan sebagai jumlah individu yang dapat didukung oleh habitat dalam keadaan sehat dan kuat.

Dari 3 pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa ekologi memberikan batasan tentang daya dukung berdasarkan pada bagaimana hasil dari interaksi antara suatu makhluk hidup dengan lingkungannya. Hasil yang dimaksud adalah berupa kuantitas populasi dan kualitas lingkungan yang terbentuk dari dinamika ekosistem.

Selanjutnya, pengertian tentang daya dukung lingkungan menurut kacamata PPLH yang dilihat dalam Undang Undang No 32 Tahun 2009

tentang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan Hidup pada Pasal 1 Ayat 1 bahwa daya dukung adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia dan makhluk hidup lain dan keseimbangan antara keduanya.

Pengertian daya dukung dalam lingkup ekologi dan ilmu lingkungan yang sedang kita pelajari ini ialah:

*Batas teratas pertumbuhan populasi yang ditentukan oleh kemampuan lingkungannya, di mana terjadinya interaksi yang seimbang dan optimal antara manusia dengan lingkungannya dan antar sesama komponen lingkungan tersebut.*

Untuk mempermudah kita memahami konsep daya dukung dalam kajian ekologi dapat kita merujuk pada pendapat Young (1976) yang menyatakan daya dukung pada komponen lingkungan berupa komponen abiotik yakni tanah. Di mana daya dukung tanah dapat dihitung dari kebutuhan tanah per kapita (orang) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A = C (L+F) / L \times 100 / P \text{ Ha / per Kapita.}$$

C = luas satuan tanah yang ditanami per kapita pada tahun tertentu

L = lamanya jangka waktu tanah ditanami dalam siklus penanaman baru

F = lamanya jangka waktu tanah tidak ditanami.

P = persentase tanah yang ditanam terhadap jumlah tanah seluruhnya.

Dari rumus tersebut dapat kita simpulkan bahwa daya dukung mempunyai 2 komponen yang saling terkait dan berinteraksi. 2 komponen yang menentukan daya dukung tersebut ialah (1) jumlah populasi manusia dan (2) luas sumber daya yang dapat memberikan kesejahteraan optimal.

Contoh lain dalam memaknai daya dukung ini bisa kita lihat dalam kehidupan sehari-hari seperti sarana jalan raya misalnya. Daya dukung jalan raya yang kurang memadai untuk akses transportasi akan mengakibatkan terjadinya kemacetan lalu lintas. Hal ini bisa disebabkan oleh 2 faktor utama, yakni jumlah kendaraan yang tidak seimbang secara optimal dengan daya dukung jalan (lingkungan).

## **F. Konsep Adaptasi**

Setelah kita memahami tentang konsep materi dan energi, selanjutnya kita akan menelaah lebih lanjut tentang konsep keseimbangan dan adaptasi. Sebagaimana yang telah kita pahami sebelumnya bahwa pada ekosistem terdapat keteraturan alamiah yang terwujud sebagai kemampuan untuk mengatur diri sendiri. Pengaturan secara alamiah yang terjadi pada sebuah ekosistem, tak ubahnya seperti kemampuan untuk menciptakan keseimbangan kembali apabila secara alamiah terjadi perubahan yang datang dari luar sistem ataupun yang dari dalam sistem itu sendiri. Hal ini pun juga terjadi pada lingkungan hidup manusia.

Dalam konsep ekologi terdapat 4 hal utama yang merupakan faktor pengatur dalam ekosistem yang membuatnya tetap seimbang, yakni:

1. Mekanisme yang mengatur penyimpanan materi / bahan
2. Pelepasan hara makanan
3. Pertumbuhan organisme dan populasi
4. Dekomposisi bahan-bahan organik.

Perlu kita sadari bahwa kemampuan alamiah tersebut juga mempunyai batasan relatif untuk masing-masing ekosistem yang ada di alam. Pada suatu saat di mana pengaruh yang masuk ke dalamnya terlalu besar sehingga terjadilah kerusakan keseimbangan yang ada. Akan tetapi, dalam konsep ilmu lingkungan, apabila pengaruh yang datang terjadi secara alamiah seperti letusan gunung berapi misalnya, maka hal yang demikian itu tidak bisa disebut sebagai degradasi lingkungan baik yang disebut sebagai pencemaran ataupun kerusakan lingkungan.

Penyebab terjadinya degradasi lingkungan berupa pencemaran dan atau kerusakan lingkungan, mestilah disebabkan oleh tangan manusia. Dengan kata lain, ketidakseimbangan lingkungan terjadi hanya apabila terjadinya secara tidak alamiah, atau disebabkan oleh manusia yang mengubah rona lingkungan. Lebih jauh tentang hal ini akan kita diskusikan pada Bab V Degradasi Lingkungan.

Dalam kajian ekologi, konsep keseimbangan seiring dengan proses adaptasi. Kenapa demikian? Karena tak lepas dari konsep dinamikanya sebuah ekosistem seiring dengan interaksi yang terjadi secara alamiah antar komponen di dalamnya. Sangat mudah dipahami pada contoh ekosistem padi sawah yang dilanda banjir misalnya. Pada kondisi ambang

batas tertentu tingkat kelimpahan air tergenang mampu ditolerir oleh spesies padi sawah dengan kemampuan fisiologis dan morfologisnya yang menyebabkan populasinya tetap ada. Hanya saja, telah terjadi proses adaptasi fisiologis seperti peningkatan penguapan (*evapotranspirasi*) dan diiringi pula dengan adaptasi morfologis seperti bentuk batang yang memanjang guna mempertahankan kelangsungan hidupnya.

Hal yang demikian akan sangat berbeda dengan pencemaran yang dilakukan oleh manusia seperti penggunaan pestisida yang tidak bijaksana yang tidak berlandaskan pada keseimbangan ekosistem, seperti terjadinya akumulasi DDT pada saat manusia ingin membasmi serangga hama penggerek batang padi misalnya. Hal yang demikian ini, bisa dikatakan sebagai pencemaran lingkungan. Keseimbangan ekosistem padi sawah telah dirusak oleh manusia. Kemampuan adaptasi dari padi sawah relatif tidak terjadi lagi.

Secara detail tentang mekanisme dan bentuk adaptasi ini, dapat dirinci sebagai berikut:

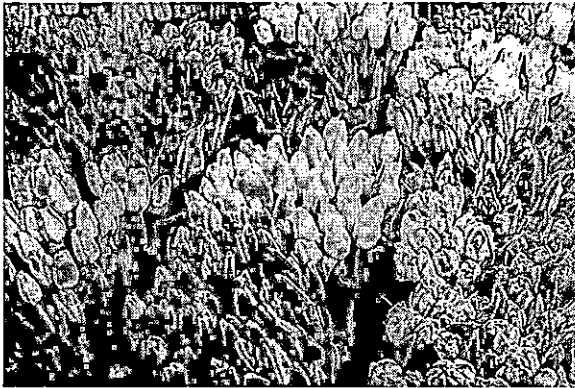
1. Adaptasi morfologis: Adaptasi yang berhubungan dengan spesies pada kekuatan batang atau bentuk daun. Bentuk adaptasi ini dapat diamati secara visual di mana terjadinya perubahan bentuk pada spesies tertentu guna mempertahankan hidupnya dari perubahan lingkungan yang terjadi.
2. Adaptasi fisiologis: Usaha penyesuaian diri yang menghasilkan perubahan proses-proses fisiologis di dalam tubuh spesies yang tidak bisa diamati dari luar, seperti peningkatan enzim dan proses-proses biokimia lainnya.

Adaptasi dapat diartikan sebagai kemampuan spesies untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya guna mempertahankan kelangsungan hidupnya (*survive*). Dengan demikian, dapat kita simpulkan bahwa adaptasi terjadi hanya apabila terjadi perubahan lingkungan.

Hal yang menarik dalam fenomena alam terkait tentang adaptasi ini dapat diperhatikan pada spesies bunga tulip. Bahwa sesungguhnya menariknya bunga tulip ini ialah karena komposisi dan kuantitas serta kualitas warna yang melekat padanya yang sedemikian rupa. Warna bunga tulip sangat tidak sama dengan bunga-bunga lainnya. Tahukan Anda bahwa warna yang demikian adalah sebagai bentuk adaptasinya terhadap

serangan virus? Bunga Tulip yang hidup dan berkembang mempunyai warna yang beraneka ragam sebagai bentuk adaptasinya terhadap serangan virus mozaik.

Tulip (*Tulipa*) merupakan nama genus untuk 100 spesies tumbuhan berbunga yang termasuk ke dalam keluarga *Liliaceae*. Tulip berasal dari Asia Tengah, tumbuh liar di kawasan pegunungan Pamir dan pegunungan Hindu Kush dan stepa di Kazakhstan. Negeri Belanda terkenal sebagai negeri bunga tulip. Tulip juga merupakan bunga nasional Iran dan Turki. Lihat Gambar 7.



**Gambar7. Bunga Tulip**

(Sumber: <https://www.google.com/imgres?imgurl=https>)

Pada Gambar 7 terlihat Bunga Tulip yang tumbuh dan berkembang. Tulip merupakan tumbuhan tahunan berumbi yang tingginya antara 10-70 cm, daunnya berlilin, berbentuk sempit memanjang berwarna hijau nuansa kebiru-biruan, dan bunganya berukuran besar terdiri 6 helai daun mahkota. Tulip hasil persilangan menghasilkan bunga berwarna tunggal, merah, oranye, kuning, hijau, biru, ungu, atau berbagai macam kombinasi dan gradasi warna. Tulip menghasilkan biji-biji berbentuk bundar pipih yang dibungkus kapsul kering

Budidaya *artificial ekosistem* (ekosistem buatan manusia) terhadap bunga tulip yang tanpa serangan virus, ternyata keanekaragaman warna bunganya tidak seperti bunga tulip yang hidup dan berkembang alamiah. Ini tidak menarik.

Satu hal yang kita pahami ialah perubahan lingkungan alamiah, yang dalam kasus ini adalah penyakit virus mozaik justru menghasilkan adaptasi yang meningkatkan kualitas bunga pada bunga tulip. Sayang sekali sedikit manusia yang berlaku pada lingkungan buatan yang memberikan pengaruh yang baik terhadap lingkungan hidupnya sendiri.

## **G. Biosfer**

### **1. Pengertian Biosfer.**

Setelah kita memahami tentang ekosistem, selanjutnya kita akan menelisik ke dalam biosfer. Biosfer berarti tempat kehidupan. Jelas biosfer lebih luas dari ekosistem apabila ditinjau dari ruang dan jumlah komponen penyusunnya. Tentu saja kita dapat segera memahami makna biosfer berkonotasi dengan planet bumi. Memang demikian adanya. Planet bumi merupakan tempat kehidupan dari bermiliar-milyar makhluk hidup. Tetap saja dalamnya terdapat keseimbangan alamiah, sebagaimana yang kita pahami pada dimensi ekosistem, terkait interaksi dan keseimbangan alami, maka di dimensi biosfer, juga demikian.

Karena biosfer merupakan tempat kehidupan, sebagaimana bumi ini maka di dalamnya terdapat komponen biotik seperti manusia, hewan peliharaan, hewan liar seperti kunang-kundang dan tumbuh-tumbuhan yang hidup di hutan dan tumbuh-tumbuhan yang dibudidayakan yang manusia menyebutnya dengan tanaman sampai kepada jasad renik, mikroorganisme dan virus.

Di samping komponen biotik, juga terdapat komponen abiotik seperti air, tanah, udara, cahaya matahari, cahaya bulan, cahaya kunang-kundang, batu-batuan dan semua yang ada yang tidak hidup. Bahkan sampai kepada lapisan atmosfer yang ada di luar bumi. Karena lapisan tersebut berinteraksi dengan planet bumi kita dan kita pun tergantung dengannya pendek kata, ke semua komponen yang ada, saling bergantung dan berinteraksi.

Perubahan yang dilakukan oleh manusia terhadap salah satu komponen yang ada akan segera memberikan perubahan pada komponen yang lainnya. Tentu saja secara keseluruhan, dapat disebut pula telah terjadi perubahan. Memang itu adalah suatu keharusan dan konsekuensi.



Persoalannya adalah apakah perubahan itu berada dalam keadaan yang baik atau tidak. Perubahan itu akan selalu terjadi di sepanjang waktu, dan manusia berada di dalam perubahan itu, di antar generasi. Baik buruk hasilnya berpulang kembali pada manusia itu sendiri.

## **2. Korelasi Biosfer dengan Lingkungan Hidup**

Dari perspektif Ekologi yang membicarakan tentang biosfer, sudah dapat dicermati bahwa biosfer itu, sekaligus merupakan wadah atau tempat berlangsungnya kehidupan bagi makhluk hidup. Istilah lingkungan hidup lahir dari manusia dalam mengkaji lingkungan di mana mereka hidup dan berinteraksi dan untuk suatu objek kajian yang mereka lakukan untuk suatu tujuan tertentu.

Ketika manusia mencoba mengkaji suatu *species* atau populasi tertentu pada satu habitat, atau area menurut ruang dan waktu maka saat itu manusia telah memberikan lingkup terhadap kajiannya itu, yang salah satunya adalah batasan ekologis yang ada pada objek. Batasan ekologis ini, sekaligus menjadi ranah kajian yang menyebutnya sebagai “lingkungan hidup”.

Istilah lingkungan hidup adalah tatanan komponen yang ada pada lingkungan suatu makhluk hidup untuk kelangsungan hidupnya. Contohnya lingkungan untuk manusia bisa hidup dengan kualitas yang baik, disebutlah sebagai lingkungan hidup bagi manusia. Begitu juga halnya dengan lingkungan untuk hidup bagi burung misalnya, selanjutnya diistilahkan dengan lingkungan hidup burung. Dengan demikian, dalam suatu lingkungan hidup, terdapat lingkungan biotik dan abiotik yang di dalamnya terjadi interaksi.

Dapat dipahami bahwa ketika kita membicarakan tentang lingkungan hidup, maka sebenarnya kita sedang membahas masalah yang ada pada *biosfer*, hanya saja tentu tidaklah mungkin bisa dilakukan lingkup kajian secara makro sekaligus dengan satu sudut pandang ilmu, sehingga kajian tentang lingkungan hidup memiliki banyak disiplin ilmu dan masing-masing bekerja sesuai perannya, pada ruang dan waktu yang dibatasi.

## H. Jaring-Jaring Kehidupan

Berawal dari pemahaman kita bahwa tidak ada sesungguhnya makhluk hidup di dunia ini yang bisa hidup sendiri. Bahwa satu makhluk hidup membutuhkan makhluk hidup yang lainnya untuk melangsungkan kehidupannya. Baik itu makhluk hidup sesama spesies untuk melangsungkan perkawinan maupun dengan makhluk hidup spesies lainnya. Tidak hanya itu, ke semua makhluk hidup itu pun membutuhkan lingkungan abiotik pada lingkungan hidupnya. Pendek kata secara fungsional, antara abiotik dan biotik sama-sama memegang peranan dalam hal keseimbangan dan keberlanjutan kehidupan di bumi.

Kehidupan menjadi berlangsung karena adanya komponen-komponen abiotik dan biotik yang berinteraksi satu sama lain di dalam biosfer. Memang untuk menguraikan tentang interaksi seluruh komponen tersebut sehingga melandasi terjadinya kehidupan sangatlah tidak mungkin. Sangatlah rumit dan bervariasi serta tak akan ada cukup waktu untuk menelitinya karena seiring waktu, komponen tersebut pun berubah dan bervariasi dalam dinamika kehidupan.

Artinya, untuk menjelaskan interaksi yang terjadi di dalam kehidupan biosfer tidak lah bisa dilakukan. Kecuali pada skop yang lebih kecil, seperti pada *niche* dan habitat tertentu yang dilakukan secara saksama dan dalam waktu yang relatif panjang.

Dengan ditemukannya untaian siklus yang menjelaskan urutan proses aliran materi dan energi dalam bentuk siklus rantai makanan misalnya pada suatu *niche* atau ekosistem, maka dapatlah ditentukan pola-pola yang *general*. Pola inilah yang selanjutnya dijadikan acuan untuk mencoba melakukan pendekatan untuk menjelaskan jaring-jaring kehidupan pada ekosistem lainnya.

Jaring-jaring kehidupan diartikan sebagai deliniasi atau memberikan gambaran peristiwa makan dan dimakan untuk memindahkan zat-zat dari mahluk hidup yang satu kepada mahluk hidup yang lainnya dalam satu proses kehidupan. Jaring-jaring ini, adalah bentuk kompleks dari rantai makanan.

Seperti telah diuraikan sebelumnya bahwa hal ini bisa diamati pada ruang dan waktu yang relatif singkat untuk menemukan pola tertentu yang bisa digeneralisir untuk ruang kehidupan yang lainnya. Jaring-jaring

kehidupan itu bisa terbentuk dengan melalui satu komponen biotik sebuah ekosistem dan menunjukkan arus perpindahan dari energi ke zat tertentu. Untuk jelasnya dapat kita simak beberapa hal berikut ini.

### 1. Rantai Makanan

Rantai makanan merupakan suatu peristiwa makan dan dimakan (makan memakan) yang dilakukan oleh makhluk hidup atau yang terjadi dalam sebuah tatanan kehidupan pada suatu lingkungan tertentu (ekosistem) dengan melalui urutan atau rangkaian tertentu.

Contoh rantai makanan dimulai dari produsen menuju konsumen tingkat pertama menuju konsumen tingkat ke dua menuju ke konsumen tingkat ke tiga dan seterusnya. Ini mudah diamati dalam kehidupan kita sehari hari, dimulai dari diri kita masing-masing dalam mengkonsumsi bahan makanan.

### 2. Jaring-jaring Makanan

Jaring-jaring makanan merupakan sekumpulan beberapa rantai yang saling berhubungan. Sedangkan satu jenis produsen tidak hanya dimakan oleh sejenis konsumen saja, melainkan sejenis konsumen tidak hanya tergantung oleh satu jenis makanan saja.

Dalam sebuah ekosistem itu terdapat banyak rantai makanan, jika rantai-rantai makanan itu disusun secara baik maka akan terbentuk sebuah jaring-jaring.

### 3. Piramida Makan

Piramida makan adalah suatu produsen yang paling besar dari pada konsumen tingkat pertama dan konsumen tingkat pertama juga lebih besar dari konsumen tingkat ke dua serta begitu seterusnya.

Sedangkan konsumen terakhir disebut konsumen puncak piramida yang tidak lagi dimakan tetapi diuraikan oleh pengurai untuk proses makan memakan di dalam air adalah.

*Fitoplankton--- Zooplankton---Karnivora kecil--- ikan kecil--- ikan sedang--- ikan besar.*

Fitoplankton adalah sekumpulan tumbuhan hijau yang sangat kecil yang hidupnya melayang-layang di dalam air.

Zooplankton adalah sekumpulan hewan-hewan hijau dan sangat kecil yang hidupnya melayang-layang juga di air.

#### 4. *Arus Energy dan Keseimbangan Ekosistem.*

Matahari merupakan sumber energi utama dalam kehidupan di planet bumi. Energi matahari merupakan energi yang tidak ada habis-habisnya untuk makhluk hidup. Sementara itu, energi sangat penting untuk makhluk hidup dan mereka sangat membutuhkannya dalam kehidupan. Tanpa energi, maka manusia tak bisa hidup, begitu juga makhluk hidup lainnya.

Sedangkan makhluk hidup tidak bisa menciptakan energi. Energi itu sendiri membutuhkan proses, di mana dari suatu bentuk ke bentuk lain yang bisa dikelola dan digunakan oleh makhluk hidup terutama manusia.

Arus energi atau aliran energi merupakan perpindahan energi dari sinar matahari ke produsen dan langsung pada konsumen dilanjutkan pada rantai makanan maupun pada jaring-jaring makanan, namun tidak semua energi dari sinar matahari dimanfaatkan oleh makhluk hidup tetapi hanya sebagian saja dan lainnya dipantulkan kembali oleh bumi ke Atmosfer.

### **I. Siklus Hidrologi**

Siklus berarti sebuah proses yang tidak berhenti atau tidak ada ujungnya. Artinya, pada sebuah siklus tidak ada garis linear yang berawal dari satu titik, kemudian habis atau berhenti di titik di ujung garis tersebut. Siklus terbentuk tentu dari banyak garis linear yang ternyata saling berkaitan satu sama lain.

Seperti air dalam sistem hidrologi. Air yang menguap ke langit, jika tidak ada hujan tentu air yang ada di bumi akan habis. Peristiwa penguapan bisa diibaratkan sebagai garis linear di mana air di bumi menuju langit. Tapi, garis lurus setelah itu adalah terjadinya hujan. Air dari langit turun ke bumi. Apabila 2 (dua) garis lurus ini dihubungkan, terbentuklah sebuah siklus sederhana.

Siklus yang lebih kompleks lagi akan terjadi ketika air turun ke bumi dalam bentuk hujan, diterima oleh daratan, baik itu berupa tanah tandus, lahan pertanian atau pun kawasan hutan. Air hujan juga turun langsung ke lautan dan badan air lainnya. Masing-masing komponen lingkungan yang

menerima hujan tersebut selanjutnya akan melaksanakan pula garis proses tertentu. Seperti pada kawasan hutan, air hujan tidak langsung semuanya disimpan di dalam tanah, tetapi pada kadar tertentu ada yang menempel di daun dan pokok pohon. Air yang turun langsung ke tanah, dengan air yang menempel di daun atau pokok pohon, akan memiliki proses lanjutan dengan jalan yang berbeda sebelum menguap lagi. Semuanya akan tetap berkumpul kembali di awan setelah melewati proses penguapan, tapi dalam mekanisme dan waktu yang tidak sama. Peristiwa ini, sungguh keteraturan alamiah yang dicipta oleh Tuhan Yang Maha Esa.

Dalam kajian siklus hidrologi, selanjutnya dikelompokkan menjadi beberapa kelompok tergantung kebutuhan. Pertama siklus pendek dan kedua adalah siklus panjang. Siklus pendek hanya membicarakan secara sederhana saja proses air turun ke bumi dalam bentuk hujan, lalu diterima di tanah.

Pada tanah terjadi bermacam mekanisme. Ada yang *infiltrasi* berupa air masuk ke dalam partikel tanah, dan ada pula yang *run off* atau aliran permukaan. Selanjutnya dari tanah, akan dialirkan semuanya ke badan air berupa sungai. Sungai-sungai akan berkumpul di lautan. Pada lautan, terjadi proses pembuahan dan air pun menuju langit, di samping menguap karena cahaya matahari. Pada siklus panjang tidak sesederhana itu.

Masing-masing tahapan akan dikaji lebih detail lagi. Seperti pada dataran tinggi sebelum air menuju ke dataran rendah, dan pada tumbuh tumbuhan air itu akan digunakannya untuk kebutuhan fisiologisnya sebelum ia lepaskan ke langit. Dengan siklus inilah tegaknya keseimbangan air berada di tempat dan jumlah yang sewajarnya secara alamiah.

*“Dan Kami turunkan air dari langit dengan suatu ukuran, lalu Kami jadikan air itu menetap di bumi, dan pasti Kami berkuasa menyempukannya (QS: Al Mukminun 18)”*

*“Apakah kamu tidak memperhatikan bahwa Allah menurunkan air dari langit, lalu diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi, kemudian dengan air itu ditumbuhkanNya tanaman yang bermacam macam warnanya, kemudian menjadi kering lalu engkau melihatnya kekuning kuning, kemudian dijadikanNya hancur berderai. Sungguh pada yang demikian itu terdapat pelajaran bagi orang-orang yang berakal sehat”. (QS:Az Zumar 21)*

## **J. Faktor Pembatas**

Sebuah keseimbangan mestilah ada mekanisme yang mengaturnya secara alamiah. Aturan tersebut sudah ada sebelum manusia lahir sebagai penduduk bumi. Jika siklus air telah mengatur jumlah air di bumi, maka pada sub bab ini kita akan membahas faktor lain yang mengatur keseimbangan jumlah makhluk hidup di sebuah ekosistem. Faktor ini disebut dengan faktor pembatas.

Lingkungan mampu membatasi kehidupan makhluk hidup. Terkait dengan faktor pembatas ini, Liebig pada Tahun 1840 telah mengemukakan pendapatnya bahwa untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan makhluk hidup, ia membutuhkan keperluan dasar dan ini bervariasi antara satu jenis makhluk hidup dengan makhluk hidup lainnya. Pendapat Liebig ini dikenal dengan hukum minimum.

Di samping hukum minimum yang dikemukakan Liebig, selanjutnya ada pula hukum toleransi yang dikemukakan oleh Shelford. Di mana menurutnya kehadiran dan keberhasilan organisme tergantung pada lengkap atau tidaknya kebutuhan yang diperlukan oleh makhluk hidup tersebut. Ketiadaan dan atau kegagalan suatu organisme dapat dikendalikan oleh kekurangan atau kelebihan secara kualitas dan kuantitatif daripada salah satu atau beberapa faktor yang mungkin mendekati batas-batas toleransi organisme itu.

Ada juga istilah yang menyebut “*asas faktor pembatas dalam ekologi*”. Tapi pada dasarnya adalah bagaimana mekanisme alam dalam mengatur makhluk hidup dalam hal jumlah. Kaitannya dengan siklus hidrologi yang telah dipelajari sebelumnya adalah bahwa air itu, merupakan salah satu faktor pembatas. Pada musim kemarau, air sangat minimum sekali dan tidak lagi mampu mendukung kehidupan maka saat itu air menjadi faktor pembatas.

Dalam kajian ilmu lingkungan, kondisi ini disebut dengan daya dukung lingkungan. Artinya kemampuan lingkungan untuk memberikan kehidupan kepada makhluk hidup. Semakin dipahami bahwa ilmu lingkungan itu pun berasas pada prinsip-prinsip ekologi. Istilah dalam ilmu lingkungan bergerak dan berkembang berasal dari konsep-konsep Ekologi.

Secara konseptual, asas faktor pembatas ekologi berbunyi “*Setiap organisme atau makhluk hidup mempunyai suatu minimum dan maksimum*”

*ekologis, di mana hal ini merupakan batas bawah dan batas atas dari kisaran toleransi organisme itu terhadap kondisi faktor lingkungan”*

Suatu organisme terdedah pada satu kondisi faktor lingkungan yang mendekati batas kisaran toleransinya, maka organisme tersebut akan mengalami cekaman fisiologis. Organisme tersebut berada dalam kondisi kritis. Contohnya, hewan yang didedahkan pada suhu ekstrem rendah akan menunjukkan kondisi kritis *Hipotermia*. Sementara itu, pada suhu ekstrem tinggi juga akan mengakibatkan gejala *Hipertemia*. Apabila kondisi lingkungan suhu yang demikian tidak segera berubah maka hewan akan mati. Kematian ini berhubungan dengan jumlah spesies dan populasi, yang bisa menuju pada menurunnya keanekaragaman hayati.

Begitu juga pada tumbuh tumbuhan yang berada pada kondisi kurang air. Kondisi cekaman ini akan terlihat dari gejala pertumbuhannya yang tidak optimal. Tentu saja dalam hal ini manusia juga sebagai makhluk hidup bisa merasakan pada saat kita tidak mendapatkan air minum.

Dalam menentukan batas-batas kisaran toleransi suatu hewan dan tumbuh tumbuhan tidaklah mudah. Setiap organisme terdedah sekaligus pada sejumlah faktor lingkungan, oleh adanya suatu interaksi faktor, maka suatu faktor lingkungan dapat mengubah efek faktor lingkungan lainnya. Kompleksitas komponen lingkungan yang berinteraksi membentuk sistem ini sudah dipahami sebelumnya. Misalnya suatu individu hewan akan merusak efek suhu tinggi yang lebih keras apabila kelembaban udara yang relatif rendah. Dengan demikian hewan akan lebih tahan terhadap suhu tinggi apabila udara kering dibanding dengan pada kondisi udara yang lembap.

Kisaran toleransi terhadap suatu faktor lingkungan tertentu pada berbagai jenis hewan berbeda beda. Begitu juga dengan makhluk lain, dan tak terkecuali manusia. Ada hewan yang kisarannya lebar (*euri*) dan ada hewan yang sempit (*steno*). Kisaran toleransi ditentukan secara herediter, namun demikian dapat mengalami perubahan oleh terjadinya proses aklimatisasi (di alam) atau aklimasi (di laboratorium). *Aklmatisasi* adalah usaha manusia untuk menyesuaikan hewan terhadap kondisi faktor lingkungan di habitat buatan yang baru. *Aklmiasi* adalah usaha yang dilakukan manusia untuk menyesuaikan hewan terhadap kondisi suatu faktor lingkungan tertentu dalam laboratorium

Kita bisa memahaminya bahwa metodologi dan teori serta hukum-hukum ekologi merupakan prinsip yang dikembangkan pula dalam metode dan keilmuan yang bersifat *applied research*, seperti pertanian dan peternakan. Sedikit dapat ilustrasi bagaimana Ekologi Industri pun demikian.

Konsep kisaran toleransi, faktor pembatas maupun preferendum diterapkan di bidang-bidang pertanian, peternakan, kesehatan, konservasi dan lain-lain. Hal ini dilakukan dengan harapan kinerja biologi hewan, pertumbuhan dan reproduksi dapat maksimum dan untuk kondisi hewan yang merugikan kondisi lingkungan biasanya dibuat yang sebaliknya.

Faktor pembatas ini, berupa (1) hukum minimum dan (2) asas toleransi yang dibicarakan di atas, akan berkaitan dengan apa yang akan kita diskusikan pada Bab III. Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Hal ini akan mengantarkan kita pada Ekologi Industri baik secara ontologis, epistemologis dan aksiologis.

Sepintas, kita akan pelajari bagaimana cara kerja faktor pembatas di suatu lingkungan hidup. Sebagaimana sudah kita pahami bahwa faktor ini adalah suatu variabel yang dapat menurunkan tingkat jumlah dan perkembangan suatu ekosistem. Faktor lingkungan menjadi faktor pembatas, baik itu abiotik maupun biotik. Di antaranya adalah cahaya, suhu, air, tanah dan banyak lagi tergantung fokus kajian.

Dengan demikian, beberapa poin yang dapat disimpulkan berkaitan dengan asas faktor pembatas ini adalah:

1. Proses kehidupan dan kegiatan makhluk hidup termasuk manusia, pada dasarnya dipengaruhi dan mempengaruhi faktor-faktor lingkungan, seperti cahaya, suhu atau nutrien dalam jumlah minimum dan maksimum.
2. Pada semua makhluk hidup, agar bisa hidup dengan optimal maka ia membutuhkan sejumlah nutrien tertentu dalam jumlah minimum. Jika hal tersebut tidak terpenuhi maka pertumbuhan dan perkembangannya akan terganggu. Dalam hal ini unsur-unsur tersebut sebagai faktor ekologi berperan sebagai faktor pembatas.
3. Faktor-faktor lingkungan sebagai faktor pembatas tidak saja berperan sebagai faktor pembatas minimum, tetapi terdapat pula



faktor pembatas maksimum. Kondisi optimum diasumsikan berada pada kisaran antara ambang batas minimum dan maksimum.

4. Faktor-faktor lingkungan tersebut dinyatakan penting jika dalam keadaan minimum, dan maksimum atau optimum sangat berpengaruh terhadap proses kehidupan makhluk hidup pada batas-batas toleransi yang dimilikinya secara genetika.
5. Terjadinya proses adaptasi berhubungan dengan faktor-faktor lingkungan sebagai faktor pembatas ini. Dicontohkan pada manusia yang hidup pada pegunungan pada suhu dan iklim dingin. Maka adaptasi fisiologis terjadi dengan peningkatan jumlah sel darah merah (*Haemoglobin*) untuk mengikat oksigen. Kondisi ini akan melahirkan secara fenotipnya dan disebut adaptasi morfologis berupa kulit yang memerah melebihi manusia yang hidup di dataran sedang dan rendah seperti di pesisir.
6. Pengaruh faktor-faktor lingkungan dan kisarannya untuk makhluk hidup itu berbeda-beda, karena satu jenis spesies atau individu memiliki kisaran toleransi yang berbeda-beda pula.

Dari uraian di atas, sepertinya sudah didapat gambaran tentang bagaimana Ekologi dengan segala konsepnya, kemudian membangun struktur keilmuan baru yang multi disiplin yang disebut dengan Ilmu Lingkungan. Hal yang sama juga terjadi pada dunia industri.

Di mana sesuai dengan definisinya, maka penerapan prinsip-prinsip ekologi ini diterapkan pula pada industri dengan segala aktivitasnya yang dilakukan dan dikembangkan oleh manusia. Tentu saja mustahil bisa dipahami Ekologi Industri tanpa mengenal prinsip Ekologi.

## **K. Resume**

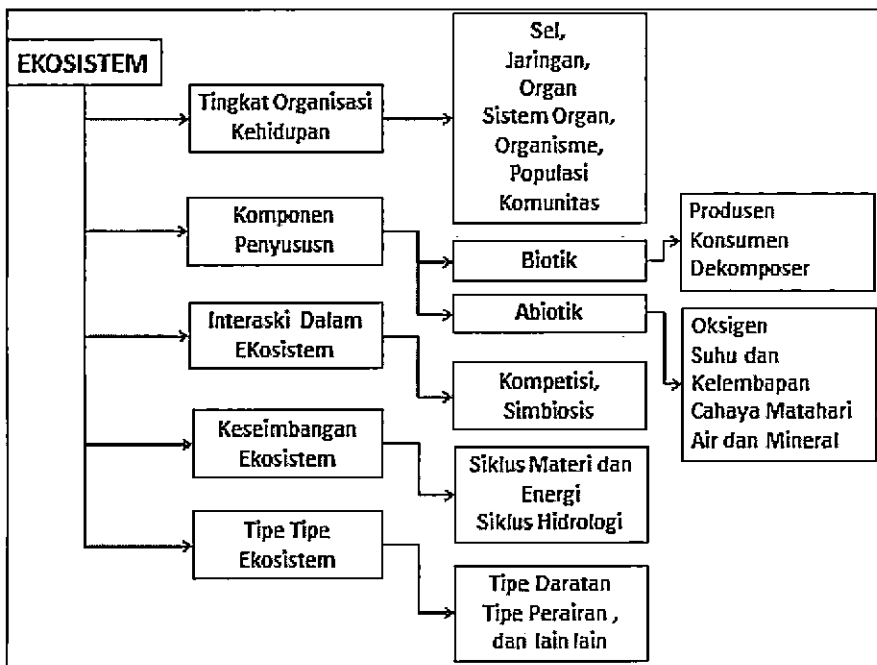
Sub Bab Resume ini memuat intisari yang dipilih dari semua materi yang ada di Bab II Prinsip Prinsip Ekologi. Tujuannya adalah untuk mencermati dan memahami hal-hal yang sangat prinsipil yang ada di dalam domain Ekologi, sehingga dengan pemahaman tersebut bisa mengintegrasikannya dalam Ekologi Industri secara konstruktif melalui bab-bab berikutnya.

Ada materi yang tidak disajikan di dalam resume ini, bukan berarti materi tersebut tidak penting, akan tetapi secara langsung ia tidak masuk

ke dalam materi yang terkait di dalam Ekologi Industri. Dengan kata lain, materi yang ada di resume ini merupakan materi yang dianggap menjadi *stressing point* dalam studi tentang Ekologi Industri, yaitu (1) Ekosistem dan (2) Hukum Termodinamika.

### 1. Ekosistem

Memahami ekosistem berarti mencoba memandang alam atau lingkungan hidup sebagai satu kesatuan, di mana kita pun berada di dalamnya. Dimulai dengan kajian yang ada di dalam ekosistem. Mari diperhatikan Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Kajian dalam Ekosistem

Terlihat pada Gambar 8 tentang skema yang menunjukkan apa saja poin-poin yang ada di dalam studi tentang ekosistem. Ekosistem itu sendiri diartikan secara sederhana sesuai dengan asal katanya: *ecology* dan *system*. *Ecology* adalah ilmu yang mempelajari interaksi antara

mahluk hidup dengan sesamanya dan dengan lingkungan hidupnya. Sementara itu, *system* adalah keteraturan yang kompleks dan membentuk satu kesatuan yang di dalamnya terjadi interaksi.

Dengan demikian dapat didefinisikan bahwa ekosistem adalah suatu sistem yang terbentuk karena adanya interaksi antara mahluk hidup dengan sesamanya dan dengan lingkungannya. Interaksi yang terjadi tentulah sangat kompleks, sehingga alam membuatnya teratur dalam suatu sistem ekologi.

Tapi dalam hal ini, sesuai dengan konsep keilmuan ekologi industri, maka yang akan dibahas pada ranah ekosistem ini hanya memuat 5 (lima) poin, yaitu:

a. Tingkatan Organisme Kehidupan.

Tingkatan organisme kehidupan ini adalah bagaimana mahluk hidup yang ada di bumi ini terstruktur. Artinya, dalam hal ini tidak mengelompokkan mahluk hidup menurut indikator tertentu, tapi menyusun hierarkis semua mahluk hidup. Pertama dimulai dengan tingkatan yang paling rendah, berupa:

1) Sel

Sel adalah kesatuan unit yang paling kecil dari mahluk hidup. Ada juga mahluk hidup yang memang merupakan satu sel yang disebut dengan uniseluler. Contohnya bakteri dan ameba. Tapi pada mahluk hidup yang multiseluler, tubuhnya terdiri dari banyak sel yang menyusunnya.

Sel-sel itu menyusun, sangat teratur dan sistematis di mulai dari sel-sel yang sejenis membentuk kesatuan. Kesatuan ini merupakan kumpulan dari sel-sel yang sama dalam hal bentuk, fungsi dan perannya. Selanjutnya sel-sel itu berinteraksi dan sinergis dalam tubuh individu yang dinamakan dengan jaringan.

2) Jaringan

Jaringan yang ada pada di dalam tubuh mahluk hidup tidak sama antara yang satu dengan yang lain. Karena ia tersusun dari sel-sel yang sama, sementara sel-sel itu sangatlah banyak sehingga jaringan yang terbentuk pun banyak pula. Contohnya adalah jaringan kulit, jaringan telinga dan lain sebagainya.

### 3) Organ

Organ adalah jaringan yang sejenis, membentuk satu kesatuan. Contohnya pada diri manusia disebut organ tangan, organ kaki dan lain sebagainya. Hal ini menandakan bahwa sel-sel yang ada pada tangan merupakan sekumpulan sel yang sama dalam hal fungsi dan peran, yang membentuk jaringan-jaringan yang akhirnya membentuk tangan pada diri manusia.

### 4) Sistem Organ

Organ-organ yang sama, akan membentuk suatu kesatuan yang disebut dengan sistem organ. Dalam hal ini sudah digunakan istilah sistem.

### 5) Organisme

Di sinilah sistem-sistem organ membentuk suatu kesatuan dalam satu tubuh yang disebut organisme. Organisme itu adalah individu. Banyak istilah untuk menyebut satu kesatuan sistem organ yang membentuk satu individu, seperti spesies. Baik itu organisme, individu dan spesies adalah merujuk pada “seseorang” pada manusia, dan “seekor” pada hewan dan satu batang pohon pada tumbuh tumbuhan.

### 6) Populasi

Populasi adalah kumpulan dari masing-masing individu yang ada, sesama jenisnya dan tentu saja menempati ruang tertentu untuk tempat hidupnya secara bersama sama. Tempat hidup dari suatu populasi inilah yang disebut sebagai habitat.

Disebut sebagai habitat karena terjadi interaksi baik antara sesama organisme di dalamnya, maupun antara organisme itu dengan lingkungan fisiknya.

Selanjutnya populasi yang sejenis, akan berkumpul dan berinteraksi pula dengan populasi yang lain menempati satu ruang sesuai dengan habitat masing-masing, membentuk yang dinamakan komunitas.

### 7) Komunitas

Komunitas adalah kumpulan dari berbagai populasi yang hidup dan berinteraksi dengan lingkungannya pada suatu ruang atau lingkungan hidupnya.

Dalam perkembangan saat ini, kata-kata di atas sudah mempunyai perluasan makna. Di ilmu-ilmu sosial istilah komunitas ini pun muncul dan berbagai definisi pun sudah melekat pula padanya.

Tapi pada prinsipnya dalam hal ini yang ditekankan adalah terdapat hierarkis kehidupan makhluk hidup dengan lingkungan hidupnya. Masing-masing makhluk hidup tersebut berinteraksi baik sesamanya dalam habitatnya, maupun dengan lingkungannya yang juga terdapat makhluk hidup lain atau populasi yang lain.

b. Komponen Penyusun

Komponen penyusun yang ada di dalam suatu ekosistem adalah komponen yang ada di dalam kajian ekosistem, dan terdiri dari abiotik dan biotik. Abiotik meliputi Oksigen, Suhu dan Kelembapan, Cahaya Matahari dan Air dan Mineral. Sementara itu biotik meliputi Hewan, Tumbuh tumbuhan dan Manusia.

Dalam kajian ekosistem, makhluk hidup itu ditelaah lebih kepada fungsi dan perannya di dalam sistem lingkungan, bukan penggolongan berdasarkan jenisnya. Sehingga dalam hal ini, yang tergolong pada biotik adalah Produsen, Konsumen dan *Decomposer*. Produsen adalah tumbuhan-tumbuhan hijau, konsumen adalah manusia dan hewan, serta *decomposer* adalah jasad renik dan bakteri pengurai.

c. Interaksi dalam Ekosistem

Interaksi dalam ekosistem sedemikian kompleks. Karena meliputi interaksi antara satu spesies dengan spesiesnya sendiri dalam satu populasi pada satu habitatnya. Di samping itu, untuk menjalankan peran kehidupannya maka ia juga secara langsung berinteraksi dengan lingkungan di mana ia hidup. Interaksi dengan lingkungan hidupnya ini tentu berarti ada interaksi lagi dengan komponen abiotik dan biotik lain. Dapat dipahami semakin luas suatu area yang dijadikan wilayah studi misalnya maka semakin banyak pula makhluk hidup yang ada di dalamnya, sekaligus semakin rumit interaksi yang terjadi. Tapi, alam membuatnya sederhana secara visual. Mereka satu sama lain melaksanakan fungsi dan peran dan membentuk sebuah keseimbangan.

d. Keseimbangan Ekosistem?

Keseimbangan ekosistem terbentuk tentu ada mekanisme yang bekerja di dalamnya secara kontinyu dan membentuk sistem tertutup. Secara alamiah telah terbentuk siklus berupa siklus materi dan energi, siklus hidrologi dan segala komponen abiotik lainnya seperti siklus oksigen, siklus karbon dan siklus nitrogen.

Kristanto (2000) menambahkan satu komponen lagi yang disebutnya arus informasi. Menurutnya agar suatu ekosistem itu bisa teratur maka diperlukan terjadinya siklus materi, energi yang terkendalikan oleh arus informasi antara masing-masing komponen di dalam ekosistem. Informasi ini bisa berupa fisik seperti perilaku (*behavior*), warna dan bau dan banyak lagi. Masing-masing komponen melaksanakan fungsi dan peran dengan baik sehingga keteraturan terjaga dan dari waktu ke waktu berdinamika dalam suatu “keseimbangan ekosistem”

e. Tipe Tipe Ekosistem.

Tipe-tipe ekosistem menelusuri dan mengkaji secara detail tentang masing-masing ekosistem yang ada di alam, selanjutnya menyusun dalam sebuah tipologi ekosistem. Agaknya tipe ekosistem ini lebih mendalam dalam ranah Ekologi.

Bagi penerapannya untuk Ekologi Industri bisa dianalogikan bahwa masing-masing industri bisa dilabel pula menurut tipologinya. Masing-masing tipe memiliki indikator yang baku untuk membedakan antara kelompok industri yang satu dengan kelompok industri yang lainnya di dalam satu ruang.

## 2. Hukum Termodinamika

Memang termodinamika bukanlah kajian dalam Ekologi Industri secara detail. Karena termodinamika adalah kajian dalam ilmu murni (*pure science*) yaitu Ilmu Fisika, khususnya dalam studi tentang energi. Tetapi dalam Ekologi hukum termodinamika ini mampu dijadikan sebagai metodologi dalam menjelaskan fenomena ekologis. Sehingga dalam perkembangan *epistomologi*-nya Ekologi telah memasukkan termodinamika sebagai sebuah instrumen, terutama dalam Ekologi dan Ilmu Lingkungan sebagai satu disiplin ilmu. Karena tak berbeda dengan

Ekologi Industri, Ekologi dan Ilmu Lingkungan juga terbentuk dari penerapan prinsip-prinsip ekologi dalam mempelajari lingkungan hidup.

Hukum termodinamika memiliki 2 hukum, yaitu:

a. Hukum Termodinamika I

Hukum ini disebut juga sebagai “hukum konservasi energi”. Bersamaan dengan lahirnya hukum kekekalan massa yang digagas oleh Sir Antonie van Lavoisier, maka energi juga demikian. Bahwa “*energi di alam semesta ini berada dalam jumlah yang tetap (konstan)*”

Dengan demikian, energi tidak bisa dicipta dan ditambah, sekaligus juga tidak bisa dimusnahkan dan dikurangi di alam semesta ini. Lalu kenapa bisa ada energi yang seolah “lenyap?” misalnya energi panas dari api yang memanaskan air, secara visual energi dari api itu lenyap. Sebenarnya hanya terjadi “*transformasi energi*”. Artinya energi hanya bisa dipindahkan dari satu bentuk ke bentuk lain.

Sebagai renungan bagi kita, energi yang ada di alam ini sebenarnya berasal dari energi thermonuklir alamiah yaitu pada matahari. Dengan kata lain, sumber energi bagi kehidupan di bumi ini adalah matahari dengan reaksi fusi dan fisinya yang kontinyu.

Dalam kajian Ekologi terhadap termodinamika ini dapat memberikan sebuah pemahaman pada kita bahwa kehidupan di alam ini sebenarnya adalah sebuah sistem pengubah energi.

Jika dikaitkan dengan perspektif ekonomi, maka transaksi mata uang yang terjadi di kehidupan ini, analoginya adalah transaksi energi yang sistem transaksinya diatur secara alamiah oleh sistem lingkungan. Contohnya energi matahari digunakan tumbuhan untuk memasak makanan, selanjutnya manusia memakan tumbuh tumbuhan itu dan pada gilirannya energi tersebut digunakan untuk pertumbuhan dan reproduksi serta metabolisme lainnya. Perlu diingat metabolisme manusia menghasilkan limbah.

Limbah yang dihasilkan dalam sistem alamiah, diuraikan oleh *decomposer* dan sekaligus berperan sebagai pupuk bagi tumbuh tumbuhan kembali. Demikianlah siklus energi dalam keseimbangan alamiah.

## b. Hukum Termodinamika II

Di sinilah menariknya bahwa “*tidak semua energi secara totalitas bisa digunakan untuk melakukan usaha*” Bahasa matematisnya tidak ada energi yang mempunyai efisiensi 100% dalam proses transformasinya. Dalam bahasa kimia, ada energi yang tak terpakai dalam proses transformasi itu, yang dinamakan dengan *entrophy*.

Dalam Kimia ada istilah reaksi yang *reversible* (reaksi yang dapat balik) dan *irreversible* (reaksi yang tidak dapat balik). Anda bisa bayangkan jika semua sistem alam bekerja dalam bentuk garis lurus persamaan reaksi di mana hanya reaksi *irreversible* (reaksi yang tidak dapat balik) saja yang ada maka *entrophy* akan menumpuk di alam semesta.

Berbeda dengan siklus materi dalam rantai makanan, di mana terjadinya siklus (tidak satu arah) maka arus energi bersifat satu arah (Kristanto, 2000).

*Stressing point*-nya adalah bahwa kehidupan yang dijalankan dengan pemanfaatan energi ini berarti meningkatkan jumlah *entrophy*, sementara energi tidak ada penambahannya. *Entrophy* bisa dianalogikan sebagai limbah pada dunia industri.

Jika suatu kawasan dapat menurunkan jumlah *entrophy* maka akan serta merta diikuti dengan naiknya *entrophy* di kawasan lain. Karena keteraturan akan bergerak membentuk keseimbangan.

Sama halnya dengan udara. Udara selalu bergerak dari yang kepadatannya tinggi ke ruang yang kepadatannya rendah. Hukum inilah yang mengakibatkan fenomena angin.



# BAB III

## KEPENDUDUKAN LINGKUNGAN HIDUP

### A. Pendahuluan

Adalah logis jika kita membicarakan segala sesuatu di dalam Ekologi Industri sekaligus kita akan menelaah masalah kependudukan. Karena kita bukan mempelajari Ekologi sebagai cabang Biologi. Tapi kita akan menelaah dan mengkaji tentang kualitas dan kuantitas hidup manusia. Sehingga kependudukan menjadi salah satu pokok kajian di dalam Ekologi Industri.

Di samping kependudukan, faktanya ialah bahwa disebut sebagai penduduk itu apabila populasi manusia tersebut berada pada suatu tempat tertentu dan pada waktu tertentu pula. Tempat atau ruang ini lah yang disebut sebagai wilayah.

Wilayah adalah batasan administratif. Tetapi pada suatu wilayah semua hukum dan asas serta prinsip yang ada dalam kajian ekologi tetap ada dan berlaku. Kajian dalam suatu wilayah, baik kajian untuk manusia, atau komponen lingkungan fisik yang ada padanya, seyogyanya tetap melibatkan prinsip-prinsip yang ada dalam Ekologi sebagai cabang Biologi dan Ilmu Lingkungan sebagai ilmu multidisiplin yang merupakan ilmu terapan (*applied research*). Ke dua disiplin ilmu ini, adalah ilmu-ilmu yang membangun Ekologi Industri secara tekstur dan struktur.

Soerjani, Ahmad, Munir (2001) telah meletakkan secara filosofis tentang kependudukan ini. Ditambah pula oleh Soemarwoto (2010) yang mencoba lebih mengungkap keterkaitan antara kependudukan dengan lingkungan hidup dalam perspektif pembangunan. Gagasan dan konsep yang dikemukakan oleh ke 2 (dua) ahli ini, akan banyak digunakan dan mendominasi secara substansi pada sub bab A kependudukan ini.

Lingkungan sebagai sumber daya secara ekonomis sebelumnya telah banyak dikemukakan ahli dan bahkan seolah sudah menjadi kiblat dalam berbagai kebijakan ekonomi terutama di negara-negara berkembang. Soeparmoko (2000) telah lama mengemukakan bahwa sumber daya

lingkungan perlu dipandang sebagai satu kesatuan yang terpisahkan dengan ekonomi lingkungan. Artinya dalam mengejar keuntungan ekonomi, maka sekaligus manusia mestilah menerapkan prinsip-prinsip ekonomi ke dalam lingkungan tersebut. Oleh karena itu, di dalam Ilmu Lingkungan, studi Ekonomi Lingkungan adalah salah satu ilmu yang harus dipelajari.

Scott, Janet, Thomas (2007) menyatakan bahwa pengelolaan sumber daya alam yang bijaksana untuk mengondisikan keberlanjutannya akan menjamin kesejahteraan manusia antar generasi. Emil Salim (2001) dalam bukunya Pembangunan Berwawasan Lingkungan juga telah meletakkan arahan yang ideal dalam hal hubungan antara manusia yang dalam ini berarti kependudukan dengan lingkungan hidupnya.

Tapi hal yang menarik dan kontroversi adalah, sepesat apapun riset dan kajian ilmiah yang melahirkan teori tentang urgensinya integrasi yang holistik antara sumber daya manusia dengan sumber daya alam, tapi faktanya kondisi ideal tersebut masih jauh dari kondisi realitas. Kebijakan dan aturan hukum pun sebagai instrumen yang mengondisikan hal yang demikian itu pun seolah tumpul.

Dalam buku ini, secara mendasar kita akan membahas soal kependudukan secara mendalam. Kendati pun kita sepakat dan tentu saja harus demikian bahwa antara kependudukan yang di dalamnya adalah fungsi sumber daya manusia itu berada dalam satu kesatuan yang utuh dengan lingkungan hidup, tetapi dalam pembahasan ini dipisah antara ke duanya dalam sub bab A dan B.

Hal ini ditujukan agar masing-masingnya (kependudukan dan lingkungan hidup) memperkuat pemahaman kita secara terpisah terlebih dahulu. Dengan demikian, baru dapat dipandang sebagai satu kesatuan antara kependudukan dengan lingkungan hidup.

## **B. Kependudukan**

Berbicara tentang kependudukan, maka nama Thomas Robert Malthus memang tak bisa dilupakan. Ia adalah ilmuwan klasik, dengan teori terkenalnya “laju pertumbuhan penduduk menurut deret hitung, sementara pertumbuhan dan ketersediaan bahan makanan dan pakaian menurut deret ukur”. Terlepas dari persetujuan atau penolakan terhadap

teorinya, tapi dalam perkembangan ilmu kependudukan, ia telah banyak memberikan kontribusi dan meletakkan dasar riset dan kajian sampai hari ini dan bahkan untuk ke masa depan.

Soerjani *et al* (2001) menyatakan bahwa pada dasarnya teori Malthus ini mengatakan bahwa jumlah penduduk yang banyak akan menyebabkan kemiskinan. Berdasar pada teorinya, tentu ketersediaan bahan sandang dan pangan tidak akan dapat mengimbangi pertumbuhan dan jumlah penduduk.

Jika dikaitkan dengan cara pandang keseimbangan lingkungan berdasar pada asas faktor pembatas yang sudah kita pelajari dalam prinsip-prinsip Ekologi, maka populasi manusia dibatasi jumlahnya oleh karena keterbatasan sumber daya makanan dan pakaian. Aksioma ini sekaligus mengungkap bahwa selalu keseimbangan itu terbentuk dan membentuk dalam kehidupan, yang dipandang sebagai satu kesatuan antara manusia dan lingkungan hidupnya.

Jika dicermati, teori Malthus ini tegak dan berasumsi pada 2 (dua) fakta yaitu (1) manusia membutuhkan sandang pangan dan (2) manusia selalu melakukan perkembangbiakan melalui perkawinan yang merupakan sifat alamiah. Tentu hal ini menjadi penyebab terjadinya peledakan populasi manusia pada ruang yang tetap. Di samping terjadinya penurunan daya dukung lingkungan hidup terhadap manusia itu, juga memungkinkan terjadinya konflik dan persaingan sesama manusia dalam memperebutkan ruang dan sumber daya. Perang adalah salah satunya.

### **1. Pendekatan dalam Kependudukan**

Pendekatan terhadap kependudukan ini diperlukan dalam upaya mengkaji dan menganalisis segala sesuatu yang berhubungan dengan kependudukan. Pendekatan yang pertama dan lazim digunakan adalah (1) ilmu demografi, (2) ilmu kependudukan (*population studies*). Dalam keseharian hal itu seolah sama ditafsirkan tapi dalam hal keilmuan keduanya berbeda.

Ilmu Demografi berkaitan dengan (1) jumlah penduduk, (2) karakteristiknya seperti umur, jenis kelamin, status perkawinan, pendidikan dan jenis pekerjaan. Selanjutnya (3) distribusi penduduk yang berhubungan dengan migrasi seperti adanya emigrasi, imigrasi dan transmigrasi, dan (4) perubahan jumlah karena adanya perubahan fertilitas,

mortalitas serta migrasi. Kesemuanya merupakan satu kesatuan sistem demografi. Apabila terjadi perubahan angka kematian, maka serta merta akan mempengaruhi jumlah dan karakteristik. Begitu juga perubahan tempat tinggal akan memberikan pengaruh langsung pada distribusi penduduk.

Ilmu kependudukan dalam studinya lebih kepada hubungan antara penduduk dengan kebutuhan hidupnya. Hal ini mengantarkan kita pada cara pandang yang menyeluruh antara sumber daya manusia dengan sumber daya alam. Tepat sekali disamakan dengan interaksi antara manusia dengan lingkungan hidupnya. Berarti Ilmu Kependudukan mengkaji antara penduduk dengan pemukiman tempat tinggal (prinsipnya adalah antara manusia dengan habitatnya, dan telah berkembang pula menjadi Ekologi Manusia), penduduk dengan sumber pangan dan sandang, pendidikan dan kesehatan dan lain sebagainya yang dalam perkembangan selalu menghasilkan disiplin ilmu yang baru.

Tentu saja dalam Ilmu Kependudukan sekaligus diperlukan pemahaman tentang demografi itu sendiri. Informasi mengenai demografi ini bisa diperoleh dari sensus, survei penduduk dan registrasi lainnya seperti Nomor Induk Kependudukan. Migrasi dengan segala penyebab dan dampaknya juga diperlukan melalui data yang dikeluarkan dari pihak berwenang.

Dalam hal ini, kita tidak membahas terlalu jauh tentang ke dua pendekatan dalam kependudukan. Tetapi paling tidak dipahami bahwa antara penduduk dengan lingkungan mempunyai keterkaitan yang sungguh tak terpisahkan satu sama lain. Kesatuan ini dipandang dari berbagai disiplin ilmu yang berbeda, sehingga kita harus memahami bahwa satu disiplin ilmu bekerja sesuai dengan fungsi dan perannya, walaupun secara parsial, tetapi sebenarnya tetap dalam satu kesatuan interaksi dan kita sebut sebagai sistem lingkungan, dengan prinsip Ekologi sebagai asasinya.

Cara pandang ini merupakan sebuah paradigma yang vital dan menentukan arah ke mana kualitas hidup manusia pada lingkungan hidupnya yang senantiasa berubah. Tidak ada lagi ego masing-masing keilmuan, tidak ada lagi ego satu kelompok manusia terhadap penguasaan sumber daya lingkungan di atas kelompok yang lainnya, karena memarginalkan satu komunitas akan segera berdampak pada perubahan

sistem keseimbangan lingkungan. Seiring perkembangan waktu dan siklus interaksi yang terjadi, marginalisasi komunitas akan berdampak negatif pada komunitas yang mendominasi. Ingat saja jaring-jaring kehidupan yang sudah kita pahami pada Bab II Prinsip-Prinsip Ekologi. Semua komponen saling terkait secara fungsional satu sama lain ketika satu komponen mendominasi maka akan menghantarkan pada keseimbangan yang tidak lagi pada situasi yang ideal.

## **2. Masalah Kependudukan**

Masalah adalah suatu kondisi di mana terjadinya *gap* antara kondisi ideal dengan realitas. Kesenjangan antara kondisi harapan dengan kenyataan adalah apa yang selama ini kita sebut sebagai masalah.

Masalah kependudukan berarti situasi yang menyimpang / senjang antara kondisi yang diharapkan sebagai kondisi ideal dengan kondisi kenyataan yang terjadi. Perlu kita pahami bahwa berarti adanya dirasakan masalah itu adalah ketika disadari ada kondisi yang ideal dan kondisi kenyataan. Jika kita tidak tahu dan tidak mau tahu dengan kondisi ideal atau yang seharusnya maka kita tidak akan pernah tahu bahwa sebenarnya kita dalam masalah. Penduduk Indonesia bisa saja tidak merasakan bahwa kita sedang dalam masalah, apabila kita tidak tahu kenyataan soal kependudukan hari ini, dan kondisi ideal. Kondisi ideal adalah terjadinya keselarasan antara penduduk dengan daya dukung dan daya tampung lingkungan.

Sering solusi lahir tapi tidak menjawab masalah. Banyak pun solusi yang telah dilahirkan, tapi masalah itu tak tertuntaskan. Pelaksanaan solusi maupun evaluasi terhadap pelaksanaan tersebut telah dilakukan, ternyata yang masalah itu tetap ada.

Menurut hemat penulis, hal ini disebabkan oleh karena:

- a. Solusi lahir bukan dari analisis yang berakar dan secara konstruktif dari masalah yang ada tersebut. Solusi berangkat baru dari gejala-gejala yang ditimbulkan oleh masalah, tapi itu bukan dari penyebab masalah.
- b. Solusi lahir tapi masih bersifat parsial, atau belum secara pendekatan sistem yang memandang secara kompleks dan saling terkait, baik dalam solusi yang masih bersifat strategi maupun dalam implementasi dan evaluasi.

Oleh karena itu, mengidentifikasi masalah kependudukan tidak sesederhana dalam melihat fenomena saja. Tapi harus diteliti lebih jauh lagi ke akar penyebab masalah tersebut. Untuk itulah pendekatan demografi dan Ilmu Kependudukan memegang peranan. Peran ke dua ilmu bekerja parsial sesuai lingkup kajiannya tapi bermuara pada suatu cara pandang yang holistik dan berlandas pada pendekatan sistem.

Dalam buku Ekologi Industri ini, berkaitan dengan masalah kependudukan yang akan dibahas ialah 3 (tiga) masalah kependudukan yang lebih dipandang dari segi kualitas sumber daya manusia. Karena hal ini bertalian erat dengan ranah antara manusia dengan lingkungan hidupnya. Tiga masalah utama itu ialah:

- a. Kemiskinan
- b. Pendidikan
- c. Kesehatan.

Tiga masalah di atas, merupakan masalah pokok atau utama. Artinya apapun masalah yang ada, sebenarnya arus utamanya adalah mengacu pada ke tiga hal tersebut. Dengan kata lain, dalam situasi sekarang, untuk mencermati masalah manusia dan lingkungannya, sesuai dengan pendekatan sistem maka 3 hal itulah yang tepat untuk diungkap.

### **3. Analisis Masalah dan Solusi**

#### **a. Kemiskinan (*poverty*)**

Kemiskinan jika dipandang dalam pendekatan sistem, bukanlah sesederhana apa yang terlihat dan terukur. Kita akan segera dapat membentuk rantai kemiskinan. Cara kerjanya sederhana. Didefinisikan kemiskinan itu terlebih dahulu, setelah itu ditarik panah ke bawah, dan tentukan penyebab masing-masingnya. Definisi atau sama saja dengan indikator kemiskinan yang ditentukan, tentu tidak sama antara satu komunitas yang satu dengan yang lain. Di desa, orang yang tidak punya mobil belum dianggap miskin. Di kota besar orang yang tidak punya mobil bisa dianggap orang lain sebagai orang yang miskin.

Masing-masing penyebab dari kemiskinan yang telah diberi indikator itu, akan memunculkan banyak hal. Jika miskin itu salah satu indikatornya adalah lantai rumah berupa tanah, maka apakah

penyebab apabila satu rumah berlantai tanah? Ternyata banyak hal di dalamnya, antara lain (1) tidak cukup uang untuk mengganti lantai dengan granit, (2) masalah prioritas dan kepentingan yang dianggap *urgen*, seperti orang itu lebih mengutamakan menyekolahkan anaknya di luar negeri dari pada melantai rumah, (3) masalah kenyamanan dan budaya dan lain sebagainya.

Masing-masing penyebab itu, apabila dicari lagi hal-hal yang berkaitan dengannya akan memunculkan pula *statement* baru. Misal ketidakcukupan uang untuk melantai rumah ternyata disebabkan oleh gaji seseorang sebagai buruh tidak mencukupi. Berarti hal ini berhubungan dengan pendapatan.

Pendapatan atau *income* yang rendah akan berakibat kurangnya akses pada pendidikan. Akibatnya lagi tentu sumber daya manusia menjadi rendah. Rendahnya sumber daya manusia mengakibatkan tidak punya *skill* sehingga menganggur. Menganggur berarti tidak punya pendapatan. Orang yang menganggur dalam satu negara berarti termasuk ke dalam kelompok orang-orang yang menjadi beban tanggungan. Dari sini saja kita sudah bisa melihat bahwa persoalan kemiskinan apabila di kaji dalam pendekatan sistem tidak sesederhana yang kelihatan. Bantuan atau pemberian uang sesaat pada orang miskin tidak akan pernah menjawab persoalan yang sesungguhnya.

b. Pendidikan (*education*).

Rendahnya pendidikan di negara berkembang apalagi di negara ketiga, tidak disebabkan oleh satu faktor saja. Kurangnya akses pendidikan misalnya sarana dan tenaga pendidik yang kurang, ternyata penambahan sarana dan guru juga tidak akan menyelesaikan persoalan pendidikan di satu bangsa. Karena hal ini berhubungan juga dengan laju pertumbuhan penduduk dan distribusinya.

Kalaupun ada akses yang maksimal, tapi biaya pendidikan yang mahal relatif bagi orang-orang yang memiliki pendapatan rendah. Dapat kita lihat bahwa permasalahan yang ke dua ini, berhubungan dengan masalah yang pertama yaitu kemiskinan.

c. Kesehatan (*health*)

Tak berbeda dengan kaitan antara masalah kemiskinan dengan pendidikan, ternyata masalah kesehatan pun demikian. Kesehatan yang rendah pada suatu masyarakat akan menyebabkan masyarakat itu tidak produktif. Tidak produktif akan berdampak pada kemampuan kerja yang kurang dan tentu saja *income* menjadi rendah pula.

Masalah kesehatan yang berikutnya adalah berhubungan dengan masalah kualitas lingkungan hidup. Pencemaran lingkungan berdampak langsung pada kesehatan manusia. Walaupun masyarakat yang sehat ekonomi mampu mendapatkan akses kesehatan yang baik untuk mempertahankan kesehatannya dari lingkungan hidup yang buruk, tapi bukankah hal ini menyebabkan terjadinya penambahan biaya?

Biaya untuk pemulihan lingkungan hidup relatif besar di negara berkembang, mengakibatkan biaya untuk kesejahteraan umum menjadi berkurang porsinya. Akibatnya, akan terjadi kesenjangan ekonomi di suatu bangsa dan hal ini tidak bisa disebut masalah yang tidak serius. Masalah kesenjangan ekonomi berdampak pada masalah sosial. Tidak tanggung-tanggung bahkan kedaulatan suatu bangsa bisa dipengaruhi oleh kesenjangan ekonomi ini.

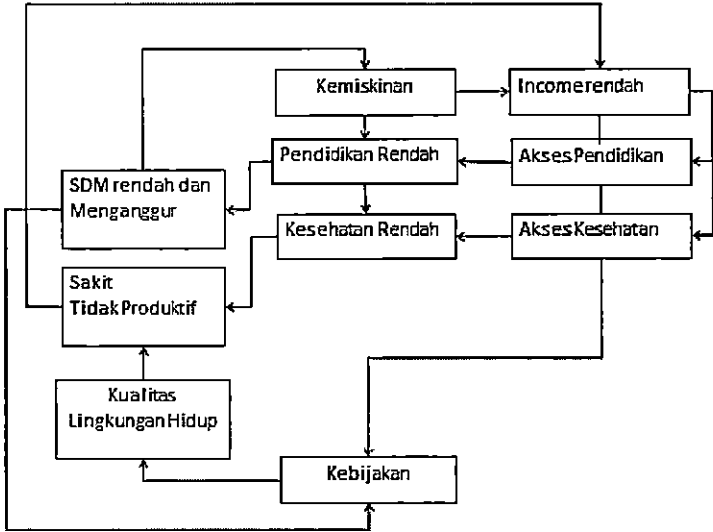
Artinya. Masalah kependudukan berkaitan erat dengan bidang lain. Termasuk politik sekalipun, karena politik dan kebijakan berkaitan erat. Kebijakan adalah ranahnya kekuasaan. Kebijakan yang ternyata tidak menghasilkan apa-apa untuk mengatasi masalah kependudukan maka perlahan seiring waktu, masalah itu akan memuncak dan pada titik kulminasi tertentu akan menghasilkan ledakan dalam suatu wilayah dan negara.

Sehingga di setiap negara, termasuk Indonesia ada badan khusus yang mengelola ranah kependudukan. Kita mengenal adanya BKKBN yang mempunyai perwakilan di tiap provinsi, di mana penulis merupakan salah satu tenaga ahli di BKKBN Provinsi Sumatera Barat, melalui PPKLH (Pusat Penelitian Kependudukan dan Lingkungan Hidup) UNP. Lembaga di Perguruan Tinggi memang harus terlibat dalam kajian kependudukan. Di UNP lembaga ini satu payung dengan ranah lingkungan



hidup. Menandakan antara penduduk dengan lingkungan hidup tentu merupakan satu kesatuan. Masalah lingkungan hidup umumnya memang terjadi di negara berkembang, karena masyarakat negara berkembang mengandalkan pada sektor primer untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Sumber daya alam adalah satu satunya input andalan di sektor primer, yang akibatnya di negara berkembang yang terjadi adalah pertumbuhan ekonomi mereka sekaligus menguras sumber daya alam sampai menuju titik nadir. Kalaupun ada pemulihan, jelas ini membutuhkan alokasi biaya pembangunan ekonomi ke sektor lingkungan hidup yang seharusnya tak terjadi.

Analisis sistem yang diterapkan dalam mencermati 3 (tiga) masalah utama yang dikemukakan di atas, berupa kemiskinan, pendidikan dan kesehatan, secara skematis dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9. Analisis Sistem terhadap Masalah Kependudukan**

Pada Gambar 9 terlihat ternyata persoalan kemiskinan itu tidak berdiri sendiri. Ia juga tak bisa dipisah dari masalah pendidikan dan kesehatan. Kemiskinan disebabkan oleh pendapatan rendah. Selanjutnya mengakibatkan ketidakmampuan menjangkau akses pendidikan dan

kesehatan. Terlihat kotak bertuliskan kemiskinan memiliki panah ke kotak *income* rendah dan sesuai alur panah menuju pada akibat yang ditimbulkan.

Kemiskinan itu pun sesungguhnya berangkat atau disebabkan oleh SDM yang rendah. Rendahnya pendapatan juga disebabkan oleh kualitas kesehatan yang rendah. Berarti kemiskinan dan *income* yang rendah memberikan sebab dan akibat terhadap terjadinya kemiskinan. Pada kotak bertuliskan pendidikan rendah terlihat arah panah pada SDM rendah dan kondisi yang menganggur (tidak mempunyai pendapatan) dan arah panah terus menuju kembali pada kemiskinan. Ini merupakan siklus atau dikenal dengan istilah “lingkaran kemiskinan”

Kualitas lingkungan hidup jelas memberikan dampak pada sumber daya manusia. Sementara itu, akses pendidikan dan kesehatan serta kondisi lingkungan menuju arah panah pada kebijakan. Artinya kebijakan menjadi satu satunya muara untuk menjawab persoalan ini. Tapi tidak bisa dilaksanakan dalam waktu yang cepat karena ini adalah sebuah sistem. Sehingga diperlukan perlakuan yang memungkinkan sistem bergerak positif.

Siapakah pembuat kebijakan? Jawabannya tentu pemerintah. Pemerintah itu adalah orang-orang, dan tentu saja berhubungan kembali dengan sumber daya manusia. Anda bisa bayangkan andai saja seorang yang pemegang kebijakan tapi tidak memahami lingkungan. Sudah barang tentu kebijakan penyelamatan lingkungan kurang mendapat tempat untuk diperhatikan. Kembali lagi, SDM tergantung sangat pada pendidikan. Pendidikan tergantung sangat pada akses dan pendapatan masyarakat.

Dari uraian di atas, solusi apakah yang bisa ditawarkan? Banyak sudah solusi yang ada selama ini. Dalam konsep pembangunan berkelanjutan dan pembangunan berwawasan kependudukan sudah banyak memuat kebijakan di mulai dari visi misi tujuan sampai pada pelaksanaan program dan evaluasinya. Bukan itu tidak perlu, akan tetapi jika tidak memandang dalam satu kesatuan sistem, di mana sumber daya lingkungan secara sinergi ikut serta di dalamnya barulah solusi itu menjadi optimal.

Beberapa solusi baik yang sudah atau sedang dilaksanakan selama ini dalam mengatasi masalah kependudukan yang telah dibicarakan di atas dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Peningkatan akses kesehatan
- b. Peningkatan akses pendidikan
- c. Peningkatan jumlah lapangan kerja
- d. Pengendalian jumlah penduduk dan pertumbuhan
- e. Pemerataan sebaran penduduk

Solusi yang muncul tentu sangat ditentukan oleh perspektif dan sudut keilmuan yang digunakan. Dalam hal ini, semua solusi di atas adalah menurut demografi dan Ilmu Kependudukan. Agar semua solusi dapat efektif, maka diperlukan lintas sektoral keilmuan dan institusi yang harus mendukung dalam sistem tersebut. Ke semuanya dikemas dalam kebijakan berwawasan lingkungan.

#### **4. Kebijakan Kependudukan**

Kebijakan kependudukan berhubungan dengan instrumen pengendalian jumlah penduduk. Institusi yang berwenang dalam hal ini hanya mampu fokus pada persoalan ini saja. Karena persoalan kualitas penduduk seperti derajat kesehatan dan pendidikan tentu berada di ranah yang lain. Tetapi pada prinsipnya di sini kita sudah semakin memahami arti pendekatan sistem.

Kebijakan kependudukan mengatur dalam hal jumlah penduduk, dalam hal laju pertumbuhan melalui banyak program yang dilaksanakan. Di samping itu juga berhubungan dengan distribusi penduduk yang berhubungan dengan pemerataan jumlah penduduk yang dikaitkan dengan wilayah.

Demikianlah masalah kependudukan yang dibicarakan sepintas ini, dalam memberi landasan dan wawasan terhadap pendekatan sistem untuk menuju tatanan Ekologi Industri.

### **C. Keseimbangan Lingkungan**

#### **1. Pengertian**

Secara umum, dikatakan bahwa alam adalah seimbang. Sehingga keseimbangan lingkungan perlu dijaga. Kalimat yang sedemikian rupa tidak akan terpahami secara komprehensif apabila kita tidak memahami secara mendalam sampai pada konsep keseimbangan materi dan energi di alam. Hal ini sudah dipahami pada Bab II Prinsip-Prinsip Ekologi.

Di manakah konsep keseimbangan materi dan energi ini dapat kita telisik pada lingkungan ketika kita sedang berbicara tentang keseimbangan lingkungan? Konsep keseimbangan materi dan energi yang efektif dipahami ialah pada konsep materi dan energi yang sudah dijelaskan di dalam ekologi yaitu berada pada ekosistem.

Ekosistem yang seimbang adalah apabila terjadi interaksi yang positif antara masing-masing komponen di dalamnya. Masing-masing komponen sesuai dengan struktur dan fungsinya melakukan interaksi dalam satu kesatuan dan berada pada titik optimal. Selanjutnya kondisi ini bergerak seiring waktu tapi tetap berada dalam kondisi yang optimal.

Keseimbangan lingkungan berarti tersusun atas ekosistem-ekosistem yang terjaga dengan baik. Baik maksudnya adalah tetap lestari dalam hal prinsip keseimbangan dalam delineasi siklus materi dan energi. Artinya, tatanan komponen yang ada di dalamnya berinteraksi membentuk keseimbangan dan senantiasa produktif sebagai lingkungan hidup bagi manusia.

Keseimbangan lingkungan ditandai dengan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup itu senantiasa berada pada titik optimal dengan manusia yang hidup di dalamnya baik secara kualitas maupun kuantitas. Di samping itu, kondisi ini berlangsung terus menerus atau berkelanjutan. Hal ini sangat dimungkinkan jika masing-masing komponen lingkungan berperan optimal sesuai dengan fungsinya di dalam lingkungan.

## **2. Prinsip Keseimbangan Lingkungan**

Apakah yang mendasari adanya keseimbangan lingkungan itu?

Jawabnya sederhana. Kembali kita merujuk pada prinsip ekologi yang telah dibicarakan sebelum ini. Semua hukum yang ada di dalam Ekologi, dan prinsip keseimbangan ekosistem berdasarkan fungsi dan perannya, adalah menjadi prinsip pula di dalam keseimbangan lingkungan. Beberapa prinsip yang ada di dalam keseimbangan lingkungan itu adalah:

### **a. Siklus materi dan energi.**

Dengan adanya siklus materi dan energi maka semuanya berdinamika sesuai mekanisme alam. Materi berubah bentuk, dari satu bentuk menjadi bentuk lain, diiringi energi yang menyertainya. Pada satu bentuk, ia mempunyai energi potensial.

Contohnya adalah batubara. Ketika batubara dibakar, lalu menghasilkan energi yang bisa dikonversi ke bentuk energi mekanik dan energi panas. Batubara pun berubah bentuknya. Jika semua materi berupa batubara itu ditambang dan dibakar, energi itu tidak hilang. Tapi batubara bisa cepat habis. Alam akan membentuk batubara lagi dalam ratusan tahun.

Jumlah materi di alam, haruslah seimbang sesuai dengan fungsinya. Tidak boleh ada yang punah karena kepunahan satu materi bisa berdampak pada materi lain, dan menuju pada tidak seimbang.

b. Siklus hidrologi.

Keseimbangan fungsi air di bumi akan dapat bertahan dan berada pada kadar yang optimal sesuai kebutuhan alam. Air tidak semuanya lenyap untuk menguap ke langit.

Apabila hutan gundul, berarti siklus air tidak berjalan sebagaimana mestinya. Air yang harusnya dicadangkan oleh hutan menjadi erosi.

c. Mekanisme adaptasi

Adaptasi adalah potensi dari semua makhluk hidup. Adaptasi bisa dipandang sebagai bentuk reaksi atau respons makhluk hidup pada faktor lingkungannya. Kemampuan ini merupakan salah satu daya *survive* dari makhluk hidup dalam mempertahankan spesiesnya.

Hal ini memungkinkan jumlah makhluk hidup itu bisa bertahan pada kondisi ekstrem, agar tidak segera punah dan tetap bertahan dalam keseimbangan yang baru, setelah ia lolos dari seleksi alam melalui adaptasinya baik itu morfologis maupun fisiologis.

#### **D. Perubahan Lingkungan**

Lingkungan senantiasa berubah. Perubahan terjadi bisa saja salah satu atau lebih dari komponen penyusun yang ada pada lingkungan. Perubahan juga terjadi seiring dengan proses hidup dan perjalanan siklus materi dan energi dari waktu ke waktu.

Hanya saja perubahan yang terjadi secara alamiah pada suatu lingkungan hidup segera bisa direspons oleh lingkungan untuk menuju ke

keseimbangan kembali. Memang peran manusia dalam konsep perubahan lingkungan dibedakan sebagai fungsinya secara ekologis. Artinya, manusia karena kelebihan akal dan teknologinya, menyebabkan aksinya terhadap lingkungan tidak bisa disebut alamiah lagi.

Manusia cenderung memenuhi kebutuhan dan keinginannya dan melakukan eksploitasi dan eksplorasi terhadap sumber daya lingkungan. Eksploitasi dan eksplorasi inilah yang disebut dengan perubahan lingkungan yang tidak secara alamiah. Setiap kegiatan manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, sebagai pilihan dari manusia untuk memenuhi ketidak terbatasan kebutuhannya terhadap sumber daya yang terbatas disebut dengan aktivitas ekonomi.

Hal yang tak terelakkan ketika manusia melaksanakan aktivitas ekonominya, ialah terjadinya sesuatu yang mempengaruhi lingkungan. Sesuatu itu, bisa saja mengakibatkan terjadinya penambahan material lain terhadap lingkungan, atau mengambil sesuatu dari lingkungan. Pendek kata mengubah rona lingkungan alami.

Inti dari kedua perbuatan manusia itu ialah terjadinya perubahan lingkungan yang tidak menguntungkan bagi lingkungan maupun bagi manusia lainnya. Jika memberi manfaat untuk lingkungan dan manusia umumnya, maka itu tidak menjadi bahasan dalam konteks pembicaraan kita. Yang dibahas adalah yang menimbulkan masalah bagi lingkungan hidup, ialah karena manusia. Hal itu ialah pencemaran dan atau perusakan lingkungan.

### *1. Pencemaran Lingkungan*

Disebut pencemaran lingkungan ialah pada keadaan di mana manusia menyebabkan terjadinya pemasukan/penambahan material terhadap lingkungannya, baik langsung atau tidak langsung, sehingga material tersebut menyebabkan komponen lingkungan yang ada, menjadi terganggu.

Contoh sederhana ialah ketika seorang pedagang sayur dari pasar menuju pulang, membawa sayurannya yang tersisa dan layu dan tak bisa dijual lagi. Kebetulan ia melewati sungai kecil, dan secara sengaja ia membuang sayuran layu ke badan sungai, karena menurutnya hal ini tidak akan membawa permasalahan bagi dirinya.

Tapi apakah yang sesungguhnya terjadi? Bahwa sayuran layu tadi terbawa arus sungai, dan pada suatu tikungan, sayuran tersebut menumpuk. Akibatnya, seluruh sampah yang hanyut pun terhalang dan ikut tertumpuk. Akibatnya lagi, arus sungai melambat, dan pada bagian hulu menjadi mudah meluap. Kebanjiran terjadi pada orang-orang yang tinggal di sekitar hulu sungai.

Tindakan sederhana di atas, menimbulkan masalah yang tidak sederhana. Hal yang tidak sederhana inilah yang disebut dengan pencemaran lingkungan. Bahwa perilaku dan perbuatan manusia dalam aktivitasnya telah mencemari lingkungannya. Dampaknya pada manusia itu juga, tetapi sayang sekali, ketidakadilan terjadi karena yang menanggung akibatnya bukanlah si pencemar tadi. Dalam contoh di atas, yang menanggung akibatnya adalah warga yang tinggal di sekitar hulu sungai.

Sementara si penjual sayur, sesampainya di rumah tidak ikut menanggung risiko dan dia justru menonton di televisinya tayangan banjir yang terjadi dengan rasa prihatin. Tapi dia tidak tahu kalau dia berkontribusi sebagai penyebab salah satunya banjir tersebut.

Terkait dengan pencemaran lingkungan pada sub bab ini, pembaca dapat lebih detail menelaahnya pada buku pencemaran lingkungan (Dewata & Danhas, 2018) yang telah terbit sebelum buku ini. Dalam buku itu, lebih spesifik dijelaskan tentang bagaimana dan apa pencemaran lingkungan yang tak henti hentinya menjadi isu lokal, nasional, regional dan internasional.

## 2. *Perusakan Lingkungan*

Ada contoh lain yang lebih mudah kita perhatikan dalam kehidupan sehari-hari, terkait perbincangan tentang aktivitas manusia yang menyebabkan terjadi sesuatu yang tidak menguntungkan bagi komponen lingkungan yang berdampak pada manusia juga akhirnya. Seorang pedagang kayu di kawasan hutan ingin meningkatkan penghasilannya, sehingga meningkatkan juga jumlah kayu yang ditebangnya dari hutan misalnya.

Penambahan jumlah kayu yang ditebang tersebut tanpa perhitungan lain selain hanya mengambil kayu yang ada secara terus menerus. Seiring

pertambahan waktu, pengambilan kayu itu meningkat jumlahnya dari biasanya. Apa yang sebenarnya terjadi? Kayu di hutan adalah bagian flora yang selain berperan dalam penyuplai oksigen, juga mempunyai peran lain dalam hal tata air di alam. Kemampuan satu pohon dengan akarnya yang menancap dan menjalar di tanah, mampu menahan laju aliran air agar tanah tidak ikut terkikis pada satuan tertentu. Tentu saja pada keadaan jumlah pohon di hutan berkurang, kemampuan hutan untuk berfungsi juga akan berkurang. Yang terjadi kemudian adalah erosi yang melanda perkampungan.

Inilah yang disebut perusakan lingkungan. Penjual kayu telah merusak lingkungan hutan, sehingga fungsi hutan berkurang. Kerusakan lingkungan terjadi dan berdampak pada manusia berupa erosi.

Ilustrasi si penjual sayur dengan si pedagang kayu adalah contoh sederhana terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan. Persamaannya adalah mereka berdua tidak memikirkan lingkungan dan mementingkan diri sendiri. Perbedaannya ialah si pedagang sayur asyik menonton televisi sementara si penjual kayu ikut menderita kebanjiran, karena rumahnya tak jauh dari hutan yang mengalami erosi.

Pencemaran dan atau kerusakan lingkungan yang terjadi, muaranya adalah penurunan fungsi komponen lingkungan. Penurunan fungsi lingkungan, adalah apa yang disebut sebagai degradasi lingkungan. Lebih jauh kita akan membahas tentang degradasi lingkungan ini pada berikutnya.

#### **E. Lingkungan Sebagai Sumber daya**

Setelah kita pahami tentang lingkungan yang senantiasa berubah seiring waktu dan pola aktivitas komponen penyusun didalamnya, di mana manusia sebagai salah satu dari sekian banyak komponen biotik yang ada, selanjutnya pada sub bab ini kita akan mengupas lebih jauh tentang hal-hal yang memicu dan memacu proses perubahan lingkungan. Perubahan lingkungan yang dimaksud, adalah pergerakan sistem lingkungan menuju pada ketidakseimbangan, atau interaksi yang terjadi bersifat negatif.

Dalam bahasa populer, perubahan lingkungan sering merujuk pada terjadinya pencemaran dan atau kerusakan lingkungan. Hal ini jelas berkaitan dengan aktivitas manusia. Pendalaman materi tentang



Pencemaran Lingkungan, dapat dibaca pada Buku Pencemaran Lingkungan, yang ditulis oleh Indang Dewata dan Yunhendri Danhas (2018). Lebih jauh diulas dan didalami hal-hal tentang pencemaran lingkungan dari berbagai sudut pandang dan disiplin ilmu.

Tentu saja persoalan lingkungan dengan segala kaidah kaidah ekologisnya, tak bisa lepas dari aktivitas manusia. Aktivitas manusia lahir dari fitrah manusia itu sendiri sebagai makhluk hidup yang analogi dengan makhluk hidup lainnya. Salah satu fitrah makhluk hidup ialah berkembang biak, *survive* dan beradaptasi. Manusia juga tak bisa keluar dari hukum ekologis tersebut. Hal ini, kadang terlupakan oleh manusia tatkala di dalam komunitasnya, mereka ingin mendominasi dalam hal penguasaan sumber daya.

Penulis berkeyakinan bahwa terjadinya pencemaran dan perusakan lingkungan, sesungguhnya berawal dari paradigma manusia terhadap lingkungan itu sendiri. Manusia mempunyai cara pandang dan model berpikir bahwa lingkungan sedemikian rupa menyediakan segala sesuatu untuk memenuhi kebutuhan hidup dan keinginannya.

Paradigma ini tidak sepenuhnya bisa disalahkan. Karena kenyataannya memang demikian bahwa lingkungan sebagai media bagi manusia untuk hidup dan meningkatkan kualitas hidupnya.

Kalau memang demikian, di titik manakah bisa kita kritisi? Apakah tidak tepat jika manusia menyebut dan mempersepsikan lingkungan sebagai sumber daya? Bahwa lingkungan sebagai sumber daya memang benar. Tapi persoalan kemudian ialah bagaimana cara manusia dalam memandang, mengartikan dan berbuat dalam makna kalimat “lingkungan sebagai sumber daya”.

Pada poin inilah kita bisa melakukan kritisi, evaluasi dan renovasi serta inovasi. Bagaimana cara pandang dan persepsi manusia terhadap lingkungan sebagai sumber daya, akan melahirkan perilaku. Perilaku yang tersistematik dan berpola, akan muncul dalam bentuk aktivitas. Aktivitas inilah yang mempunyai implikasi dengan lingkungan dan perubahan lingkungan. Inilah *stressing point* yang kita telaah yang berakar dari cara pandang manusia (*paradigma* atau *mindset*) terhadap sumber daya lingkungan.

## 1. Pengertian Sumber daya

Tujuan menelaah tentang sumber daya ini ialah untuk menghantar kita kepada sebuah tempat berpijak yang melandasi pemahaman bahwa begitu rentannya lingkungan itu untuk berubah ke arah yang tidak seimbang. Hal ini terjadi karena apa yang disediakan oleh komponen lingkungan itu ternyata berkaitan dengan apa yang dipahami oleh manusia sebagai kebutuhannya, yang disembunyikan sebagai sumber daya.

Label sumber daya, adalah buatan manusia. Mencerminkan perilaku manusia dalam menentukan sikap dan sudut pandang. Sumber daya berarti segala sesuatu yang bisa dijadikan bahan untuk manusia itu dalam meningkatkan derajat kehidupannya sesuai dengan selernya sendiri. Makna implisitnya adalah eksploitasi. Tentu saja! karena manusia tidak pernah puas dengan keinginan dan kebutuhannya.

Pada akhir pembahasan nanti, kita dapat memahami sebuah paradigma yang disebut dengan sumber daya lingkungan. Artinya, integrasi antara kependudukan dengan lingkungan hidupnya, akan membentuk sistem yang holistik dan tak terpisahkan. Paradigma sumber daya lingkungan lahir sebagai cara pandang kita terhadap sumber daya yang ada di alam. Komponen-komponen di alam terpapar dalam sebuah keseimbangan siklus yang sehingga, kita tidak memandang satu jenis sumber daya yang bebas (*diskrit*) atau *independent* terhadap sumber daya yang lainnya.

Dengan demikian, tidak berlebihan apabila kita memandang lingkungan itu sendiri dengan segala sistem yang ada padanya, merupakan sebuah sumber daya dalam kerangka holistik yang mana manusia juga sebagai salah satu komponen di dalamnya. Sebagai komponen dalam suatu sistem sumber daya lingkungan maka manusia akan ikut berperan dan menerima konsekuensi dari segala perubahan yang terjadi pada sistem tersebut.

Batasan terhadap istilah sumber daya (*resources*) ialah *segala sesuatu yang berasal dari lingkungan, atau komponen lingkungan yang menyediakan barang dan jasa yang bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia*. Ruang lingkup sumber daya juga meliputi *nilai potensi yang dimiliki oleh suatu materi atau unsur tertentu*, sehingga dapat dipahami bahwa sumber daya itu, tidak selalu bersifat fisik, tetapi juga non fisik.

Penulis menyuguhkan paradigma sumber daya lingkungan, berarti manusia juga merupakan salah satu sumber daya di dalamnya. Menelaah sumber daya lingkungan dalam satu ruang dan waktu, berarti menelaah sumber daya manusia pula. Jika manusia tidak dimasukkan ke dalam sistem sumber daya tersebut maka manusia selalu merasa dirinya berada di luar sistem lingkungan, dan menjadikan lingkungan semata objek untuk subjektivitasnya.

## 2. Sumber daya Manusia

Sumber daya Manusia (SDM) merupakan potensi yang terkandung dalam diri manusia untuk mewujudkan perannya sebagai makhluk sosial yang adaptif dan transformatif, yang mampu mengelola dirinya sendiri serta seluruh potensi yang terkandung di alam menuju tercapainya kesejahteraan kehidupan dalam tatanan yang seimbang dan berkelanjutan.

Dalam hal ini, kita kaitkan dengan bahasan “kependudukan” sebelumnya. Dapat disimpulkan bahwa penduduk pada satu wilayah atau ruang dan waktu itu adalah menempatkannya sebagai sumber daya manusia yang akan melaksanakan fungsinya sebagai *khalifah* atau pengelola lingkungan hidupnya (komponen lingkungan selain manusia).

Dalam konsep keilmuan, kajian tentang SDM ini dibidangi oleh Ilmu Manajemen Sumber daya Manusia (MSDM). Kalau Ekonomi Lingkungan lahir sebagai bentuk sintesis antara Ekonomi dengan Lingkungan, maka MSDM terjadi sintesis antara Ilmu Manajemen dengan Psikologi.

Sumber daya manusia pada praktiknya, tidak lagi dipandang sebagai sumber daya saja, lebih dari itu, SDM telah berupa modal atau aset bagi institusi atau organisasi. Sehingga bermunculan istilah baru seperti H.C. (*Human Capital*) sebagai perkembangan dari istilah H.R. (*Human Resource*). Dengan kata lain, perspektif SDM sebagai investasi lebih mengemuka dari pada hanya sebagai sumber daya yang tidak bisa dilipatgandakan/dikembangkan/alat untuk mengembangkan sumber daya yang lain. Perlu kita bedakan antara sumber daya manusia (*human resource*) dengan tenaga manusia (*man power*) atau dengan personalia (*person*).

Pada tenaga manusia, yang dijadikan sebagai sumber daya ialah tenaganya, bukan yang lain. Dalam istilah *man power*, sebenarnya nilai dari sumber daya itu, terletak pada pekerjaannya. Sementara itu, pada istilah *personalia*, yang dinilai sebagai sumber daya itu sebenarnya ialah manusia sebagai benda (*noun*). Tapi apapun itu, yang prinsip dalam kajian kita ialah bahwa manusia di alam ini, merupakan sebuah sumber daya.

### 3. Sumber Daya Alam

Sumber daya alam adalah segala sesuatu yang berasal ataupun bersumber dari alam, yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia. Dengan kata lain, yang menjadi sumber daya alam ialah semua komponen penyusun lingkungan hidup manusia yang dianggap manusia bisa meningkatkan kesejahteraannya.

Guna mempelajari sumber daya alam, disusunlah beberapa pengelompokan terhadap sumber daya alam tersebut berdasarkan sifat, potensi dan jenisnya. Berdasarkan sifatnya, sumber daya alam dibedakan atas (1) sumber daya yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), yaitu sumber daya alam ini dapat diusahakan kembali keberadaannya sehingga dapat dimanfaatkan secara terus menerus.

Contohnya ialah sumber daya berupa: hewan dan tumbuhan, (2) sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable resources*), yaitu sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui ataupun jika dapat diperbaharui membutuhkan waktu jutaan tahun lamanya untuk membentuk sumber daya alam tersebut kembali. Contohnya: minyak bumi, batu bara dan logam mulia seperti emas, intan dan lain-lain, (3) sumber daya alam yang tidak bisa habis, yaitu sumber daya alam yang dapat dipakai secara terus-menerus. Contohnya ialah: air, cahaya matahari, dan udara.

Pengelompokan sumber daya alam selanjutnya ialah berdasarkan potensinya, yaitu (1) sumber daya alam dan materi, yang berkaitan dengan sesuatu yang fisik atau material. Contohnya: Besi, minyak bumi, tanah, pasir, (2) sumber daya alam energi, yakni sumber daya yang berkaitan dengan sesuatu yang menghasilkan energi. Contohnya ialah: Cahaya matahari, air, udara, termasuk juga energi molekul dan lain-lain, (3) sumber daya ruang. Contohnya: biosfer yaitu kesatuan ruang yang ada di bumi dan ruang yang ada di atas / di luar bumi (angkasa). Maksudnya ialah

bahwa yang dinilai sebagai sumber daya itu ialah ruang (*space*) atau bukan benda/materi. Dalam konsep sumber daya alam yang mendasar ialah pembagian sumber daya alam berdasarkan jenisnya yaitu (1) sumber daya alam hayati (*biotik*), dan (2) sumber daya alam non hayati (*abiotik*), tujuan akhirnya, kita akan memahami bagaimana sumber daya sumber daya yang ada, kesemuanya membentuk suatu sistem keseimbangan di alam, dan kehadirannya di alam itu pun membentuk suatu siklus. Dengan kata lain, lingkungan memenuhi konsep yang ada pada ekologi.

Oleh karena itu, kita akan mengulas konsep tentang sumber daya alam ini, dalam hal pengelompokannya lebih ditekankan pada klasifikasi sumber daya alam menurut jenisnya. Karena yang akan berperan nyata dan signifikan dalam konsep keseimbangan dan siklus di alam adalah unsur makhluk hidup yang ada di alam (*biotik*) dan unsur benda mati (*abiotik*).

a. *Sumber daya Alam Hayati.*

Sumber daya alam hayati ialah segala sumber daya yang ada di alam, yang merupakan makhluk hidup. Tetapi dalam konsep ini, manusia tidak termasuk ke dalamnya. Tentu saja demikian, karena yang meletakkan landasan konsep tentang sumber daya alam ini adalah manusia sendiri. Manusia telah dikelompokkan dalam sumber daya manusia seperti yang kita bahas sebelum ini.

Kalau dalam Ekologi, manusia tetap tergolong ke dalam komponen biotik (makhluk hidup). Artinya, dalam konsep keilmuan, manusia sejajar dengan makhluk hidup lain di alam. Kesejajaran ini, tergambar dalam deliniasi rantai makanan. Bahwa ada makhluk hidup yang tergolong herbivora (pemakan tumbuh tumbuhan), ada yang tergolong karnivora (pemakan hewan) dan ada pula yang tergolong omnivora (pemakan tumbuh tumbuhan dan hewan), di mana manusia menempati golongan omnivora ini.

Manusia membutuhkan flora (tumbuh tumbuhan) dan fauna (hewan) dari lingkungan hidupnya. Kebutuhan manusia terhadap 2 komponen lingkungan itu, telah menempatkan manusia pada posisi teratas dalam mata rantai makanan dalam sebuah deliniasi ekosistem.

Di samping untuk bahan makanan yang dikonsumsi, manusia membutuhkan tumbuh tumbuhan dan hewan juga untuk hal yang

lain seperti untuk hiburan/kesenangan. Tapi, apabila manusia sudah melakukan proses industri dengan menggunakan bahan mentah (*inputs*) langsung dari alam, maka dampaknya sangat signifikan terhadap pencemaran dan kerusakan lingkungan yang terjadi. Hal ini akan segera mengakibatkan terjadinya degradasi lingkungan.

Contohnya manusia yang suka mengoleksi jenis tumbuh tumbuhan tertentu atau hewan tertentu. Atau bisa juga, manusia melakukan proses industri dengan bahan mentahnya berasal dari tumbuh tumbuhan. Contohnya ialah industri kertas, jutaan pohon kayu ditebang dan dijadikan sebagai bahan baku untuk menjadi pulp yang kemudian dijadikan kertas.

*b. Sumber Daya Alam Non Hayati.*

Sumber Daya Non Hayati adalah semua sumber daya yang berasal dari benda mati di alam. Contohnya ialah udara, tanah, air, batu batuan dan lain-lain. Walaupun telah dikelompokkan sumber daya alam atas sumber daya alam hayati dan non hayati, tetapi pada praktisnya, pemanfaatannya tetap saja sama. Artinya, tetap bermuara pada memenuhi kebutuhan hidup manusia.

Pemanfaatan sumber daya alam non hayati sebagai sarana untuk produksi pun terjadi di alam. Salah satu contoh yang dekat dengan kehidupan kita ialah bahan bakar minyak untuk digunakan dalam berbagai hal bagi kehidupan manusia. Sekali lagi, hal ini akan signifikan berdampak negatif pada lingkungan ketika bahan bakar minyak digunakan untuk proses industri. Karena jumlah yang dibutuhkan sangat banyak dan tidak sebanding dengan pembentukan minyak itu sendiri di alam.

#### **4. Sumber Daya Buatan**

Sumber daya Buatan adalah suatu sumber daya yang merupakan hasil rekayasa manusia terhadap sumber daya yang ada di alam. Hal ini perlu terjadi, karena kebutuhan manusia yang selalu ingin menuju kesejahteraan yang relatif, sehingga kepuasan terhadap sumber daya alam yang ada itu pun belum cukup, maka manusia melakukan rekayasa terhadap sumber daya yang ada pada komponen lingkungannya untuk lebih meningkatkan kesejahteraannya.

Dalam perenkayaan sumber daya yang kemudian dijadikan sumber daya buatan itu, terdapatlah proses dan mekanisme. Prosesnya adalah bermula dari pengambilan bahan baku dari alam yang disebut sebagai input, kemudian pengolahannya sampai pada hasil produksi (*output*). Mekanismenya ialah bagaimana tahapan dalam proses industri berlangsung.

Fokus perhatian kita terhadap mekanisme pada proses industri ini ialah pada jenis dan jumlah limbah yang dihasilkan di tiap tahapan tersebut. Jenis dan jumlah limbah yang akan dihasilkan adalah merupakan selisih dari *output-input*.

Proses membuat suatu sumber daya yang baru, dari hasil pengolahan terhadap sumber daya yang ada inilah yang disebut dengan proses industri. Mekanisme yang terjadi dalam suatu proses industri itu, sangat bervariasi tergantung jenis dari bahan baku, bagaimana memprosesnya dan untuk apa diproses. Inilah yang akan dikaji dalam Ekologi Industri sehingga terjadi sistem industri yang menganalogikan keseimbangan alami di alam.

## **5. Sumber Daya Lingkungan**

Setelah kita memahami tentang sumber daya dengan segala jenisnya, selanjutnya kita gunakan konsep keseimbangan dan perlindungan lingkungan dalam menyikapi 3 jenis sumber daya itu, maka sekarang dapat kita maklumi bahwa sumber daya sumber daya yang ada di alam, tak lain tak bukan adalah berupa Sumber daya Lingkungan (SDL).

Kebutuhan manusia yang terkait dengan fungsi sumber daya lingkungan, akan berimplikasi pada bentuk aktivitas manusia. Pada gilirannya, aktivitas manusia pada lingkungannya akan memberikan hasil berupa perubahan lingkungan yang diikuti dengan degradasi lingkungan. Lebih detail tentang degradasi lingkungan akan di bahas pada Bab selanjutnya. Ilmu yang mengkaji lebih detail tentang pemanfaatan sumber daya alam dan lingkungan ini ialah Ilmu Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan. Jelas sekali bahwa ilmu lingkungan itu multidisiplin. Kita akan bersinggungan dengan ilmu-ilmu lain.

Dalam hal ini kita akan menyinggung sedikit melalui konsep dan teori serta ruang lingkup Ekonomi dalam perspektifnya terhadap kajian sumber daya lingkungan.

Berkaitan dengan fungsinya, maka dapat diidentifikasi 4 fungsi utama dari lingkungan hidup, yakni:

a. *Lingkungan sebagai Sumber Bahan Mentah.*

Bahwa dalam kelangsungan hidupnya, manusia sejak dulu kala sampai hari ini dan untuk ke depan akan senantiasa mengambil bahan mentah untuk memproduksi segala sesuatu yang dibutuhkannya.

Contohnya ialah untuk mendapatkan sepatu yang terbuat dari kulit, maka manusia harus melakukan proses penyamakan kulit melalui industri penyamakan kulit. Sedangkan bahan mentah untuk input proses industri tersebut sudah barang tentu diambil dari lingkungan berupa kulit Buaya, kulit Badak dan lain-lain.

b. *Lingkungan sebagai Sumber Bahan Konsumsi.*

Fungsi ke dua dari lingkungan ialah sebagai bahan untuk dikonsumsi oleh manusia. Ternyata, di samping mengambil untuk sebagai bahan mentah, manusia juga mengambil untuk langsung dikonsumsi. Artinya, tidak diambil sebagai bahan mentah, tapi langsung dimanfaatkan tanpa perlu dilakukan proses industri. Kenyataannya hal inilah yang apabila tidak dilakukan dengan bijak akan sangat merusak keseimbangan sistem lingkungan sebagai sumber daya.

Contohnya pengambilan sumber daya air untuk air minum, penangkapan ikan di laut untuk di makan dan lain sebagainya.

c. *Lingkungan sebagai Assimilator.*

Kembali ke konsep keseimbangan material di alam, bahwa sedemikian rupa komponen-komponen lingkungan telah tercipta dengan segala fungsinya untuk mengondisikan keseimbangan. Salah satu fungsi lingkungan terkait dengan konsep keseimbangan ini ialah fungsinya sebagai *assimilator*. Maksudnya ialah sistem lingkungan memungkinkan keadaannya untuk menetralkan pencemaran dan kerusakan yang terjadi pada komponennya sendiri.

Salah satu contoh ialah proses sedimentasi atau pengendapan sebagai salah satu teknologi pengolahan limbah pada air secara fisis oleh manusia sebenarnya telah “diajarkan” oleh lingkungan kepada manusia.



Contoh ini terlihat pada air sungai ataupun air danau yang secara alamiah untuk menjernihkan dirinya sendiri, pada suatu keadaan tertentu, ia membentuk pengendapan. Proses air pada danau atau sungai yang menjernihkan dirinya sendiri ini disebut dengan istilah *self purification*. Terjadinya pencemaran pada tingkat yang masih dalam rentang daya tampung sungai atau danau terhadap beban pencemaran, akan dapat dipulihkannya kembali.

Biasanya yang menjadi parameter beban pencemaran air ini secara umum diteliti ialah (i) banyaknya kandungan padatan terlarut atau dikenal dengan istilah TSS (Total Solid Suspended), (ii) banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan organisme yang disebut dengan istilah BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan (iii) banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk kondisi optimal terjadinya proses reaksi kimia yang dikenal dengan istilah COD (*Chemical Oxygen Demand*).

Tetapi pada beban pencemaran yang sudah melewati ambang batas kemampuan lingkungan sebagai *assimilator* maka yang akan terjadi ialah degradasi lingkungan berupa pencemaran dan atau kerusakan.

d. *Lingkungan sebagai Media dan atau Sumber Kesenangan.*

Bahwa lingkungan sebagai media untuk manusia menikmati kesenangan tertentu sesuai dengan yang ditawarkan oleh lingkungan alami tertentu itu sudah sangat nyata bagi kita. Contohnya saja dari sektor kepariwisataan. Betapa manusia mau membayar mahal untuk mendapatkan kesenangan dari lingkungan alaminya.

Di samping sebagai media kesenangan, fungsi lain dari lingkungan ialah sebagai sumber kesenangan yang menimbulkan *hobby* bagi manusia. Sebagai sumber kesenangan yang mendatangkan *hobby* akan berakibat buruk pada lingkungan karena manusia akan mengambil sesuatu yang dijadikannya *hobby* itu.

Contohnya ialah lingkungan menyediakan Terumbu Karang, yang kemudian diambil oleh manusia untuk dijadikan pajangan. Hal ini berbeda dengan fungsi lingkungan sebagai media kesenangan.

Dengan demikian, pendekatan-pendekatan yang digunakan dalam mengelola sumber daya alam, sudah sepantasnya melalui cara

pandang yang *holistic* dan terintegrasi. Sebagaimana yang sering disebut sebelum ini, dengan istilah pendekatan sistem.

Tidak hanya itu, bahkan juga mesti mengkaji detail sampai ke bentuk-bentuk interaksi dan siklus yang ada untuk melihat sistem lingkungan berupa keseimbangan alami sebelum manusia berencana untuk memulai melakukan pemanfaatan terhadap sumber daya lingkungan tersebut.

## **F. Permasalahan Lingkungan**

Ruang lingkup kajian terhadap permasalahan lingkungan dalam hal *scoping* atau ruang lingkup tempat, tidak sama dengan ruang lingkup kajian di sektor lain. Satuan sistem ekologi (ekosistem/lingkungan) tidak dibatasi oleh batas administrasi, tetapi dibatasi oleh kesamaan karakteristik dari satu satuan ekosistem tersebut. Karakteristik yang menonjol dan mendominasi di suatu wilayah ekosistem akan menentukan pola kajian dan tujuan dari kajian yang dilaksanakan itu.

Permasalahan lingkungan (*environment problem*) tidak akan lepas dari 4 asas dan aspek serta karakteristik lingkungan yang telah dibicarakan sebelum ini. Adanya (1) perubahan (2) kompleksitas dan (3) ketidakpastian serta (4) konflik selanjutnya akan memunculkan apa yang disebut dengan permasalahan lingkungan.

Tentu saja permasalahan lingkungan ini merupakan permasalahan utama dalam kegiatan pembangunan. Pendek kata, setiap aktivitas manusia akan bersinggungan dengan permasalahan lingkungan

Secara detail, masalah lingkungan hidup dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu (1) permasalahan lingkungan alam, (2) permasalahan lingkungan buatan dan (3) permasalahan lingkungan sosial.

### **1. Permasalahan Lingkungan Alamiah**

Permasalahan lingkungan alamiah di Indonesia terutama meliputi 6 hal, yaitu:

#### *a. Sumber daya Lahan*

Permasalahan-permasalahan yang ada pada sumber daya tanah, atau jika potensial atau sudah digunakan untuk keperluan budidaya tanaman disebut sebagai lahan, antara lain:

- 1) Bertambahnya jumlah penduduk disertai dengan meningkatnya pembangunan menyebabkan terjadinya pergeseran pola penggunaan lahan, seperti pergeseran dari penggunaan lahan untuk pertanian menjadi pemukiman dan industri.
- 2) Pola penggunaan lahan tidak sesuai dengan kemampuan lahan sehingga menimbulkan berbagai masalah seperti lahan kritis, hilangnya lahan pertanian yang subur, pencemaran tanah dan lain-lain.
- 3) Degradasi lahan karena penggunaan bahan-bahan kimia untuk pertanian, dan penggunaan tanah yang tidak sesuai dengan kemampuan dan kesesuaian lahan.
- 4) Turunnya produktivitas lahan karena erosi. Erosi sangat signifikan memberikan dampak negatif terhadap sumber daya lahan. Hal ini tak bisa dikendalikan saat terjadinya erosi. Hanya bisa diupayakan agar jangan terjadi erosi, sehingga diperlukan sekali pembangunan yang berwawasan lingkungan, di mana salah satu konsepnya adalah pelestarian fungsi lingkungan, termasuk kawasan hutan untuk mencegah agar jangan terjadinya erosi.

*b. Sumber daya Air*

Pesatnya perkembangan industri dan peningkatan jumlah penduduk telah memacu penggunaan air baik berupa air tanah maupun air permukaan untuk keperluan domestik, industri, PLTA, irigasi, dll. Hal ini merupakan ancaman bagi ketersediaan/kuantitas air dan kualitas air. Beberapa permasalahan yang timbul adalah pencemaran air karena limbah industri, kegiatan pertanian, penurunan muka air tanah sehingga terjadi intrusi air laut.

*c. Sumber daya Hutan*

Kualitas dan kuantitas sumber daya hutan cenderung menurun karena pembalakan kayu yang berlebihan oleh para pemegang HPH (Hak Pengusahaan Hutan), kebakaran hutan, perambahan hutan, perladangan berpindah, tumpang tindih penggunaan lahan hutan dengan kegiatan pembangunan seperti perkebunan, transmigrasi, pertambangan, pembangunan jalan dan prasarana lainnya. Sementara itu kegiatan-kegiatan rehabilitasi belum memadai dibanding dengan laju kerusakan yang terjadi.

*d. Keanekaragaman Hayati*

Pulau-pulau di Indonesia bervariasi dari yang sempit sampai yang luas, dari datar sampai berbukit serta bergunung tinggi, sehingga mampu menunjang kehidupan flora, fauna dan mikroba yang beranekaragam. Ditambah lagi dengan kekayaan hayati yang ada di laut. Oleh karena itu Indonesia dikenal sebagai negara yang mempunyai *mega diversity* jenis hayati. Namun demikian keanekaragaman hayati Indonesia cenderung menyusut karena lingkungan yang mendukung kehidupan *mega diversity* tersebut diperkirakan menyusut seluas 15 000-20 000 ha/tahun, karena konversi lahan, pertanian monokultur, perindustrian dan lain lainnya.

*e. Pesisir dan Lautan*

Permasalahan di Indonesia terutama karena eksploitasi yang berlebihan tanpa terkendali terhadap sumber daya alam di wilayah pesisir dan lautan, seperti hutan mangrove, terumbu karang, pasir laut, dan lain-lain. Hal ini menyebabkan degradasi ekosistem pesisir dan lautan. Selain itu juga terjadi pencemaran oleh logam berat dan tumpahan minyak.

*f. Udara*

Udara merupakan bagian atmosfer yang peka terhadap pengaruh lingkungan. Pencemaran udara akan mempengaruhi kualitas udara, cuaca dan iklim. Peningkatan konsentrasi gas-gas akibat aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhannya akan menyebabkan menipisnya lapisan ozon yang menyebabkan pemanasan global.

**2. Permasalahan Lingkungan *Artificial***

Pada lingkungan *artificial* permasalahan yang terjadi terutama adalah kualitas lingkungan di perkotaan yang cenderung menurun, seperti kurangnya ruang terbuka hijau (RTH), tempat bermain anak, dan lapangan olah raga, banyaknya pemukiman kumuh, saluran *drainage* yang tidak kondusif, serta masalah yang timbul karena sampah kota dan pencemaran. Kesemuanya terakumulasi pada lingkungan *artificial* sehingga pada suatu keadaan tertentu, sudah tidak bisa lagi dibenahi dengan mudah.

Akumulasi fenomena yang ada, membentuk kompleksitas permasalahan lingkungan, yang memasuki semua lini dan dimensi, seperti dimensi sosial, budaya, ekonomi, pendidikan dan lain-lain. Sehingga permasalahan lingkungan *artificial* relatif lebih membutuhkan waktu dan biaya serta tenaga yang besar dibandingkan dengan permasalahan lingkungan yang lainnya.

### 3. Permasalahan Lingkungan Sosial

Perubahan masyarakat dari bersifat tradisional agraris ke masyarakat era industri (modernisasi) menyebabkan perubahan-perubahan sosial antara lain:

- a. Perubahan pranata (pranata keluarga, pemerintahan, ekonomi, agama, pendidikan, dan lain lain)
- b. Perubahan Nilai (gotong-royong, kesetiakawanan sosial, loyalitas dan kebersamaan menjadi kebebasan, individual, materialistik, liberal, dan lain lain)
- c. Keanekaragaman kelompok. Berkembangnya pranata dan nilai-nilai masyarakat membawa semakin berkembangnya ragam kelompok sosial dan kelas ekonomi
- d. Kontrol Sosial. Melemahnya kontrol sosial dalam masyarakat dan keluarga telah banyak memunculkan masalah-masalah sosial psikologis dalam masyarakat.

Perubahan-perubahan di atas membawa dampak sosial budaya, yaitu munculnya kelompok-kelompok eksis (surplus) dan kelompok-kelompok yang tersisih (tidak dapat berperan dalam pembangunan). Sebutan untuk komunitas ini bermacam macam seperti kelompok marginal, atau kelompok *grass root*.

Lahirnya kelompok yang menciptakan kesenjangan sosial tersebut, pada akhirnya menimbulkan persaingan antar kelompok, konflik kepentingan, diskriminasi, ketimpangan sosial. Dampak lain dengan munculnya kelompok marginal ini, mengakibatkan makin banyak pula kelompok masyarakat yang menjadi beban lingkungan, serta pemborosan sumber daya alam (energi) dari kelompok masyarakat yang surplus.

## **G. Degradasi Lingkungan**

Degradasi lingkungan adalah salah satu fenomena dari perubahan lingkungan. Pada dasarnya, aktivitas ekonomi manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan, adalah merupakan limbah dari proses pembangunan. Kenapa bisa disebut demikian? Karena idealnya, pembangunan tersebut mestilah menuju perubahan lingkungan ke arah yang lebih baik. Sebagaimana kita sudah pahami bahwa perubahan lingkungan adalah sesuatu yang tak bisa dielakkan. Tapi yang sering terjadi tidak demikian.

Sebaliknya yang terjadi kebanyakan adalah perubahan lingkungan yang menuju kondisi yang tidak baik, hal ini mengindikasikan terjadinya penurunan kualitas lingkungan. Penurunan kualitas lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas ekonomi manusia dalam melaksanakan pembangunan, maka kondisi lingkungan yang demikian disebut dengan degradasi lingkungan.

Secara umum degradasi lingkungan diartikan sebagai terjadinya penurunan kualitas lingkungan yang diakibatkan oleh kegiatan pembangunan, dicirikan dengan tidak berfungsinya secara optimal komponen-komponen penyusun lingkungan tersebut. Kualitas lingkungan yang dimaksud ialah fungsi dari lingkungan. Penurunan fungsi dari komponen lingkungan pada umumnya mengindikasikan telah terjadinya penurunan jumlah dari komponen penyusun lingkungan tersebut.

Ada 2 hal yang prinsipil pada keadaan degradasi lingkungan, yakni (1) penyebabnya adalah karena kegiatan pembangunan, dan (2) fungsi komponen lingkungan tidak optimal.

Dapat kita pahami bahwa degradasi lingkungan adalah suatu kondisi kualitas lingkungan yang menurun, disebabkan karena aktivitas manusia dalam melaksanakan pembangunan, sehingga fungsi dari komponen lingkungan yang ada, tidak optimal.

Kita bisa melihat contoh di sekeliling kita, seperti lahan yang digunduli oleh kegiatan manusia untuk konversi hutan. Kemampuan lahan yang semula untuk menahan erosi menjadi hilang, seiring dengan hilangnya pohon dan tumbuh tumbuhan yang ada pada lahan tersebut. Untuk lebih luasnya pemahaman kita tentang degradasi lingkungan ini, ada baiknya kira bedah satu per satu dari lingkungan berdasarkan karakteristik

ekosistem yang ada seperti ekosistem pesisir dan ekosistem daerah aliran sungai. Selanjutnya kita bahas tentang indikator dan faktor penyebab dari degradasi lingkungan tersebut. Pembahasan tentang indikator dan faktor penyebab ini diperlukan sebagai langkah awal dalam metodologi di setiap upaya mengatasi masalah lingkungan hidup.

### 1. Degradasi Ekosistem Pesisir

Pada suatu rona awal ekosistem pesisir, terdapat tiga jenis sumber daya hayati berupa Mangrove, Lamun dan Terumbu Karang. Ketiganya merupakan komponen biotik penyusun ekosistem pesisir. Dalam semua ekosistem pesisir, ketiganya, tersebar membentuk suatu struktur dan pola tertentu dan menjadi karakter wilayah pesisir sebagai ekosistem. Karakteristik yang demikian membedakannya dengan ekosistem lain, sebagaimana yang telah kita bahas pada Bab II Lingkungan sebagai Sumber daya tentang spesifikasi ekosistem pesisir ini.

Apabila kita berdiri di tepi pantai, maka yang akan kita temui pertama kali ialah habitat Mangrove. Setelah Mangrove, kemudian terdapat habitat Padang Lamun dan diikuti dengan habitat Terumbu Karang. Ketiga habitat ini, saling berinteraksi membentuk suatu ekosistem yaitu ekosistem pesisir. Pola penyebaran yang demikian, merupakan suatu bentuk struktur komponen penyusun ekosistem pesisir. Tapi tentu saja tidak hanya 3 itu saja komponen penyusun ekosistem pesisir.

Seperti telah kita bahas sebelumnya, bahwa struktur dasar penyusun sebuah ekosistem akan membentuk siklus, dan masing-masing komponen dalam siklus mempunyai fungsi dan peran seperti (1) fungsi produser, diperankan oleh vegetasi autotrof, algae dan fitoplankton yang menggunakan energi matahari untuk proses fotosintesa yang menghasilkan zat organik kompleks dari zat anorganik sederhana, (2) fungsi konsumen, yang diperankan oleh hewan-hewan yang memakan produser, disebut *herbivore* dan *karnivora*. (3) fungsi *decomposer* yang diperankan oleh organisme avertebrata, bakteri dan cendawan yang memakan materi organik mati: bangkai, daun-daunan yang mati, ekskreta.

Fungsi ini adalah suatu instrumen alamiah dalam proses mendaur ulang (*recycle*) sumber daya pada ekosistem. Fungsi ini bekerja secara sistematis dan berkesinambungan.

Dengan demikian, terdapatlah siklus keseimbangan dalam sistem ekologis ekosistem pesisir. Tetapi, aktivitas ekonomi masyarakat di pesisir misalnya, melakukan “pengambilan” Terumbu Karang, sampai populasi Terumbu Karang menjadi berkurang drastis. Bahkan kenyataannya, ada pada kawasan pesisir yang Terumbu Karangnya benar-benar habis karena diambil.

Dalam contoh ini, yang terjadi adalah perusakan lingkungan. Bukan pencemaran lingkungan. Struktur ekosistem pesisir, akan langsung berubah (menjadi rusak) karena Terumbu Karang sebagai salah satu komponen dasar penyusunnya telah punah. Akibatnya lagi, fungsi ekosistem pesisir itu sendiri, dalam perspektif sumber daya lingkungan dikatakan telah mengalami penurunan. Penurunan fungsi inilah yang dapat disebut dengan terjadinya degradasi lingkungan.

Terkait degradasi lingkungan yang berarti penurunan fungsi lingkungan, dalam hal ini dapat dijelaskan bahwa yang terjadi adalah kalau dulunya, ekosistem pesisir itu mempunyai fungsi terhadap keseimbangan sumber daya lingkungan. Sekarang tidak lagi. Ekosistem pesisir pada rona awal, berfungsi dalam hal:

- a. Menyediakan sumber daya alam, khususnya sumber daya yang dapat diperbaharui seperti ikan, udang dan lain sebagainya.
- b. Penerima dan penetralisir limbah, tetapi tentu saja secara kuantitas, ekosistem pesisir mempunyai daya tampung terhadap limbah ini. Apabila jumlah limbah yang masuk dan atau dimasukkan melebihi daya tampungnya, maka disebut dengan peristiwa pencemaran lingkungan.
- c. Penyedia jasa-jasa pendukung kehidupan, seperti air bersih dan ruang yang diperlukan bagi wadah aktivitas manusia.
- d. Penyedia jasa-jasa kenyamanan, seperti lokasi yang indah dan menyejukkan untuk dijadikan tempat rekreasi atau pariwisata.

Dari ke empat fungsi ekosistem pesisir tersebut di atas, terlihat bahwa poin (c) dan (d) sangat tergantung dari dua kemampuan lainnya, yakni komponen (a) dan (b). Hal ini juga mengindikasikan betapa siklus keseimbangan komponen lingkungan di pesisir itu sangat kait berkait dan membentuk interaksi yang sangat erat. Implisitnya bagi kita manusia adalah, bahwa kalau tidak ingin fungsi pesisir sebagai penyedia jasa



pendukung, sarana dan prasarana kehidupan dan sebagai ruang yang nyaman menjadi hilang atau menurun, maka fungsi pesisir sebagai penyedia sumber daya hayati dan penerima dan penetralisir limbah, mesti dilestarikan.

Dengan kata lain jangan dirusak dan dicemari ekosistem pesisir yang terkait dengan fungsinya sebagai penyedia sumber daya alam hayati dan penerima dan penetralisir limbah.

Kasus seperti yang telah disinggung sebelumnya, terjadinya limitasi potensi sumber daya hayati karena punahnya suatu habitat, juga bisa terjadi di ekosistem pesisir. Pada pembangunan infrastruktur jembatan layang yang melintasi suatu ekosistem pesisir misalnya. Di mana pada suatu keadaan, tempat Mangrove berkembang yang disebut habitatnya itu dirubah menjadi pelataran coran semen dan disiapkan sebagai penyangga jembatan.

Hal ini mengakibatkan habitat Mangrove punah sekaligus dengan populasi Mangrove yang hidup di situ. Hal ini berbeda pada pengambilan sumber daya hayati seperti Pohon Mangrove misalnya, yang dimanfaatkan kayunya oleh manusia maka yang akan punah adalah sebagian dari populasi Mangrove tersebut sampai pada tingkat kerusakan yang paling tinggi. Akan tetapi, kembali bisa dikembangkan lagi apabila habitatnya tetap masih ada.

Tetapi, pada suatu kondisi pembangunan yang mengubah rona lingkungan sampai pada penghilangan habitat dan relung apakah akibatnya? Berarti satu atau lebih komponen penyusun sistem lingkungan telah punah. Hal ini tidak bisa disebut masalah sepele untuk ke depan, karena seiring waktu akan mempengaruhi komponen lingkungan yang lain.

## **2. Degradasi Daerah Aliran Sungai**

Daerah aliran sungai (*catchment area*) atau disingkat dengan DAS adalah zona-zona yang secara fungsional menyuplai air ke badan sungai, dan antara zona ini dengan badan sungai dan dengan wilayah di luar sungai saling berinteraksi. Wilayah di luar sungai, bisa saja difungsikan sebagai lahan pemukiman, lahan pertanian dan lain sebagainya.

DAS berfungsi sebagai penghubung secara struktur ruang, antara sumber daya manusia yang tinggal di pemukiman, dan sumber daya

pertanian dengan badan sungai. Artinya, segala sumber daya yang ada di badan sungai dengan sumber daya yang ada di luar sungai, dihubungkan dengan DAS. Secara fungsional, DAS juga berperan sebagai kawasan mediasi antara tata kehidupan di sungai dengan tata kehidupan di luar sungai (kawasan pemukiman dan lain).

Misalnya saja, apabila sungai meluap, yang akan berfungsi menanggung beban volume air sungai itu pertama kali ialah DAS. Sebaliknya, sungai yang kekurangan air, apabila DAS berada dalam keadaan optimal menyimpan air, maka DAS segera dapat menjaga keseimbangan volume air sungai.

Sebagaimana kawasan (pembagian wilayah yang didasari atas fungsinya) pesisir, kawasan DAS pun merupakan sebuah ekosistem. Ekosistem DAS membentuk suatu keseimbangan alami dalam sistem lingkungan. Masing-masing komponennya mempunyai fungsi dan peran, seperti komponen *abiotik* berupa tanah. Tanah yang ada pada DAS, ditumbuhi oleh tumbuh tumbuhan yang akarnya mengikat partikel tanah sehingga tanah menjadi kokoh dan teragregat kuat.

Pada suatu ketika, manusia membuang sampah dan limbah pada DAS, yang mengakibatkan tercemarnya lingkungan pada kawasan DAS. Tumbuh tumbuhan yang hidup pada tanah di kawasan DAS menjadi tidak berkembang, karena habitatnya terganggu dan sekaligus mengganggu pertumbuhannya. Akhirnya tanah dan tumbuh tumbuhan berada dalam keadaan yang tidak optimal untuk menjalankan perannya dalam fungsi DAS sebagaimana rona awal.

Kawasan DAS yang telah dipenuhi sampah, disebut dengan degradasi lingkungan. Degradasi lingkungan ini terjadi karena pencemaran lingkungan sehingga fungsi komponennya menurun. Penurunan fungsi komponen DAS (tumbuh tumbuhan dan tanah) selanjutnya diikuti dengan penurunan fungsi kawasan DAS dalam perspektif sumber daya lingkungan. Hal inilah yang disebut dengan degradasi lingkungan. Penyebabnya ialah pencemaran lingkungan berupa sampah yang dimasukkan ke dalam badan sungai oleh manusia.

Dengan 2 contoh di atas, kita sudah bisa memahami apa itu degradasi lingkungan dan bagaimana proses degradasi lingkungan itu terjadi dalam deliniasi ekosistem. Terlihat dari contoh dalam bentuk

kegiatan pencemaran dan perusakan oleh manusia sebagai faktor penyebab degradasi lingkungan. Perlu kita ketahui juga, bahwa degradasi lingkungan pun bisa disebabkan oleh kekuatan alam, dalam pengertian bahwa komponen yang masuk dan atau merusak lingkungan tersebut berasal dari luar sistem lingkungan.

Pada umumnya, degradasi lingkungan yang terjadi dan signifikan terhadap kualitas lingkungan hidup manusia ialah pada komponen lingkungan berupa *abiotik* seperti tanah, air dan udara serta biotik berupa sumber daya flora dan fauna. Ada juga ahli sosial menggunakan istilah “degradasi sosial” yang terjadi sebagai dampak dari aktivitas ekonomi manusia terhadap lingkungan.

Pembahasan kita dalam ruang lingkup Ekologi dan Ilmu Lingkungan, dibatasi pada degradasi lingkungan hidup yang tergambar secara fisis saja. Kita tidak akan mengkaji aspek sosial dan aspek kimia serta energi yang terjadi dalam konteks degradasi lingkungan.

### **3. Degradasi Sumber daya Tanah/Lahan.**

Istilah lahan digunakan dalam konteks fungsi sumber daya tanah digunakan/dimanfaatkan oleh manusia dalam aktivitas ekonominya. Salah satu fungsi tanah di samping untuk pemenuhan kebutuhan hidup manusia, ialah bahwa tanah merupakan habitat atau tempat sebagian besar makhluk hidup yang ada di alam. Pada tanah, terdapat keanekaragaman hayati (*biodiversity*). Dengan demikian, sebenarnya manusia memang harus berbagi dengan makhluk hidup yang lain dalam pola penggunaan / pemanfaatan tanah. Terjadinya pencemaran dan kerusakan tanah, otomatis akan menurunkan fungsi tanah yang berperan dalam media hidup flora dan fauna di alam.

Pencemaran tanah, umumnya menyebabkan terjadinya perubahan tekstur (bentukan tanah yang terkomposisi atas liat, lempung dan pasir). Tekstur tanah sebenarnya penentu tingkat kesuburan lahan. Tekstur tanah lempung berpasir, merupakan kondisi tanah yang optimal dijadikan lahan pertanian dibanding dengan tekstur tanah liat berpasir dan atau lempung liat. Apabila terjadinya pencemaran dari suatu limbah industri misalnya yang mengandung logam berat, maka logam tersebut akan terikat dengan partikel tanah, yang memungkinkan terjadinya perubahan agregat tanah.

Agregat tanah yang berubah, memungkinkan sekali terjadinya perubahan tekstur tanah tersebut. Kerusakan tanah, dapat langsung teramati secara visual. Karena kerusakan tanah adalah terjadinya perubahan yang mendasar dari struktur tanah. Struktur tanah ialah susunan lapisan tanah yang saling terkait secara fungsional. Contoh sederhana adalah upaya pengelolaan lahan pertanian yang dilakukan dengan cara membalikkan permukaan tanah, sebenarnya merupakan usaha untuk memperbaiki struktur tanah. Di mana lapisan tanah yang sudah kering pada bagian atas, dipindahkan ke lapisan bawah dan lapisan bawah dinaikkan ke atas.

Dalam budidaya pertanian, hal ini merupakan tindakan arif untuk mempertahankan fungsi lahan. Akan tetapi, kerusakan yang menyebabkan degradasi sumber daya tanah, dapat terjadi contohnya pada aktivitas proses pembalikan lapisan tidak dilakukan sebagaimana mestinya. Karena proses perusakan tanah dilakukan adalah sebagai akibat dari penggalian barang tambang, bukan untuk budidaya pertanian.

#### **4. Degradasi Sumber Daya Air**

Terjadinya degradasi sumber daya air, berbarengan dengan degradasi sumber daya tanah. Hal ini disebabkan karena air dalam siklusnya bertautan dengan tanah di permukaan bumi. Indikator degradasi sumber daya air ini dapat dilihat sebagaimana berikut:

- a. Terlihat semakin dalam permukaan air tanah dan mengeringnya sumur penduduk di daerah ketinggian tertentu. Keadaan ini mengindikasikan bahwa siklus hubungan sumber daya air dengan sumber daya tanah sudah rusak.
- b. Dari tahun ke tahun, terlihat debit (volume air per detik) semakin kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan tanah dalam menahan air di permukaan bumi sudah menurun, sehingga air dalam siklusnya lebih lama di udara.
- c. Semakin besarnya perbedaan debit air sungai pada musim hujan dengan musim kemarau. Hal ini mengindikasikan siklus tata air di alam sudah berubah.
- d. Adanya penetrasi air asin pada sumur penduduk di beberapa kota pantai/pesisir.

- e. Semakin kecilnya *Catchment Water Areas* (kemampuan serapan lahan terhadap curah hujan). Hal ini dapat diamati apabila terjadi hujan, di daerah aliran sungai, terjadi penggenangan air di permukaan tanah. Semestinya, air ini masuk ke sungai melalui penetrasi ke tanah tersebut dan selanjutnya terjadi aliran air di dalam tanah (*perkolasi*) menuju badan sungai.
- f. Semakin tinggi dan banyaknya sungai-sungai yang tercemar. Hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi pencemaran melebihi daya tampung beban pencemaran dari sungai tersebut.

#### 5. Degradasi Sumber Daya Flora dan Fauna.

Degradasi sumber daya hayati yang paling mudah diketahui, ialah berkurangnya keanekaragaman hayati (*biodiversity*). Hal ini seiring dengan banyaknya flora atau fauna yang telah hilang / musnah. Generasi berikut hanya mengetahui namanya saja, tapi makhluknya tidak ditemukan lagi. Beberapa indikatornya ialah:

- a. Semakin kecilnya areal luas hutan lindung yang ada.
- b. Semakin luasnya hak penguasaan hutan (HPH) dan hutan tanaman industri (HTI).
- c. Terdapatnya usaha pertanian pada kawasan konservasi dan atau kawasan yang menyalahi pola penggunaan lahan yang sudah ditentukan dalam Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW).

Contohnya pada daerah perbukitan yang ditanami dengan usaha tanaman budidaya yang 1 jenis (*monoculture*). Fungsi tanah pada kemiringan tertentu yang ditumbuhi dengan bermacam macam jenis tumbuh tumbuhan akan berbeda fungsinya dalam menahan air dengan tanah yang ditanami oleh tanaman pertanian 1 jenis.

Pada suatu kemiringan yang ditumbuhi dengan vegetasi berupa semak dan alang-alang serta diselingi dengan pohon kayu akan efektif menahan air dari pada suatu kemiringan yang ditanami dengan tanaman Cabai atau Jagung misalnya. Hal ini berhubungan dengan morfologis dari tumbuh tumbuhan tersebut terutama dalam hal sistem perakarannya. Pada kondisi keseimbangan alamiah, praktisnya di kemiringan yang relatif curam, selalu telah ada ditumbuhi oleh tumbuh tumbuhan spesifik yang akarnya lebih efektif menahan longsor.

## **H. Penyebab Degradasi Lingkungan**

Untuk mengetahui penyebab terjadinya degradasi lingkungan, tergantung pendekatan atau cara pandang yang kita gunakan. Banyak hal sebenarnya yang merupakan faktor penyebab terjadinya, tapi pada prinsipnya secara teknis sesuatu lingkungan dikatakan mengalami degradasi apabila telah terjadi penurunan kualitas dan kuantitas fungsi lingkungan.

Artinya, terjadi perbedaan menyolok antara kondisi suatu lingkungan dengan kondisi rona awalnya yang sehingga berdampak pada kesejahteraan manusia. Kondisi perubahan ini pun sebenarnya terjadi karena adanya komposisi dan struktur dasar dari lingkungan itu yang terganggu siklusnya. Siklus keseimbangannya terganggu karena bisa jadi terjadinya penurunan jumlah ataupun penambahan bahan lain dari luar sistem lingkungan yang ada.

Kajian sosial dan hukum misalnya, terjadinya degradasi lingkungan tak lepas dari fungsi sosial dan fungsi hukum terhadap lingkungan hidup oleh masyarakat dan aparatur negara. Kalau fungsi sosial lebih menekankan pada perilaku masyarakat misalnya, maka fungsi hukum lebih menekankan pada penegakkan hukum oleh aparatur negara.

Jika dikaji menurut sudut pandang Ekonomi Lingkungan, terjadinya degradasi lingkungan memang sebagai implikasi dari kegiatan ekonomi terkait dengan fungsi lingkungan sebagai sumber daya. Sementara kajian Ekologi dan Ilmu Lingkungan menyatakan bahwa penyebabnya adalah keseimbangan ekosistem yang telah terganggu. Salah satu bentuk degradasi lingkungan ialah terjadinya pencemaran pada lingkungan.

Sebab terjadinya pencemaran dapat dilihat dari berbagai sisi dan kedalaman perspektif yang digunakan. Memang demikian karena persoalan lingkungan merupakan persoalan lintas dimensi dan ilmu lingkungan pun adalah ilmu yang multi disiplin. Seperti jika dijawab salah satu penyebab pencemaran adalah karena proses industri, jawaban tersebut sudah tepat. Tapi dalam perspektif aktivitas ekonomi manusia dengan lingkungannya, ada 3 hal yang menjadi penyebab terjadinya degradasi lingkungan, yakni:

## 1. Eksternalitas

Eksternalitas merupakan konsekuensi dari lingkungan sebagai sumber daya yang bertalian dengan aktivitas ekonomi yang terjadi di tengah masyarakat. Dalam Konsep Ilmu Ekonomi, dinyatakan bahwa eksternalitas adalah suatu bentuk yang muncul berupa manfaat ataupun bisa berupa biaya pada seseorang atau sekelompok orang yang disebabkan oleh aktivitas ekonomi (pemanfaatan sumber daya lingkungan untuk memenuhi kebutuhan) orang atau kelompok orang lain.

Contoh eksternalitas yang dimaksud di sini ialah, pada sebuah perusahaan industri kertas misalnya. Perusahaan mengeluarkan limbah berupa limbah cair yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Air limbah ini berasal dari reaktor tempat pembuatan pulp. Sementara itu bahan B3 bersumber dari senyawa kimia yang digunakan untuk mempercepat proses pemisahan kulit kayu dari inti kayu yang banyak mengandung *selulosa* sebagai bahan baku pulp yang dijadikan kertas.

Limbah cair tersebut dialirkan ke badan air berupa sungai yang berada di belakang pabrik, sehingga aliran sungai membawa limbah cair yang bersifat B3 dan tercemar secara termis tersebut menuju lingkungan pemukiman. Sungai dalam hal ini merupakan lingkungan. Dengan kata lain, air limbah dari pabrik kertas tersebut masuk ke lingkungan.

Sebenarnya, terjadinya pencemaran lingkungan oleh aktivitas industri pabrik kertas ini merupakan eksternalitas biaya. Karena orang-orang yang biasanya memperoleh manfaat dari aliran sungai tersebut, menjadi tidak bisa memanfaatkan lagi. Contoh saja misalnya orang-orang yang menangkap ikan dengan jala di sungai tersebut. Ia akan menderita kerugian sebanding dengan hasil tangkapannya selama sungai tersebut tercemar oleh limbah industri kertas.

Dapat disimak bahwa yang mendasar dari eksternalitas ini ialah bahwa sebenarnya seseorang atau sekelompok orang yang mendapatkan manfaat atau biaya (*benefits dan costs*) tersebut tidak mempunyai hak untuk mendapatkan manfaat itu, dan juga tidak mempunyai kewajiban untuk membayar biaya yang ditanggungnya. Peristiwa eksternalitas ini, paling banyak terjadi adalah di dunia industri. Pengusaha di industri tertentu, akan menganggap biaya di luar *inputs* dan proses kegiatan industrinya adalah suatu biaya yang eksternal. Lalu siapakah yang akan

membayar pencemaran dan kerusakan lingkungan akibat dampak dari industrinya itu? Eksternalitas, dianggap sebagai mekanisme kegagalan pasar. Seperti yang telah dianalogikan bahwa dalam cara praktis untuk menganalogikan sistem lingkungan dalam konsep keseimbangannya ialah dengan sistem pasar persaingan sempurna. Bahwa pasar membentuk keseimbangan dengan segala komponen dan mekanisme yang bekerja di dalamnya, yang diistilahkan dengan adanya kekuatan tangan yang tak terlihat (*invisible hands*) berupa penjual dan pembeli. Antara keduanya membentuk keseimbangan, tapi menjadi rusak karena adanya eksternalitas. Misalnya ada campur tangan pemerintah menentukan harga, akan mengakibatkan rusaknya sistem keseimbangan pasar.

Contoh lain juga terjadi pada sumber daya manusia misalnya melatih seseorang untuk bekerja melalui masa training, yang kemudian ternyata setelah lewat masa *training*-nya seseorang tersebut mengundurkan diri dan bekerja pada orang atau perusahaan lain, (b) eksternalitas teknis, karena teknologi sehingga terjadinya monopoli, (c) eksternalitas sifat, karena jenis barang publik, di mana konsumsi seseorang atas suatu barang, tidak mengakibatkan barang tersebut berkurang untuk dikonsumsi orang lain. Contohnya ialah seperti taman yang indah di rumah yang semua orang bisa menikmati tanpa harus memikirkan biaya perawatan.

## 2. Barang Milik Umum (*common property*)

Faktor penyebab lain terjadinya masalah degradasi lingkungan ialah karena adanya barang milik umum. Di mana dapat diartikan barang milik umum ini ialah “barang bukan milik seseorang” tapi merupakan “barang milik setiap orang” (*common property is no one property and is everyone property*).

Dikarenakan sifat yang demikian, sesuai dengan asas yang disebut dengan *law of the common* di mana setiap orang akan merasa harus memanfaatkannya. Terjadilah eksploitasi besar besaran terhadap sumber daya tersebut. Ada kecenderungan orang untuk merasa rugi apabila tidak ikut serta mendapatkannya.

Contohnya seperti air yang mengalir pada suatu kawasan pemukiman, dan sumber daya ikan dan lain-lain yang ada pada suatu danau, sungai dan laut. Bahkan, pengambilan kayu di hutan pun



sebenarnya merupakan tindakan yang dianggap wajar bagi seseorang atau sekelompok orang. Umumnya, perilaku yang demikian dan kurangnya aturan hukum secara normatif apalagi pengawasan terjadi di negara-negara ketiga.

Tidak ada seseorang pun yang merasa bertanggung jawab untuk mempertahankan kelestarian dari barang milik bersama di lingkungan hidup mereka. Justru yang terjadi rasa memiliki untuk mengeksploitasi besar besaran, dan merasa rugi apabila tidak ikut serta mengeksploitasinya.

Contohnya adalah pasir di dasar sungai. Pasir yang ada di dasar sungai terbentuk oleh peristiwa alami di mana hanyutan pasir dari hulu mengalir bersama aliran sungai dan pada suatu keadaan tertentu, terbentuk endapan. Endapan pasir di dasar sungai pada daerah-daerah tertentu, diambil oleh masyarakat untuk dijual. Cara konvensional ialah dengan cara menyelami dan mengangkat dengan keranjang selanjutnya diletakkan di atas sebuah biduk. Pasir yang telah menumpuk di atas biduk kemudian dibawa ke tepi sungai dan ditumpuk sebagai barang untuk dijual.

Persoalan yang terjadi kemudian dalam memicu terjadinya degradasi lingkungan sungai ini ialah apabila ada seseorang yang cukup mempunyai modal, akan melakukan pengerukan dan pengambilan pasir dengan menggunakan mesin. Tentu saja proses pengambilan pasir di dasar sungai dengan mesin akan lebih efektif daripada dengan manual. Akibatnya pasir menjadi cepat habis. Akibatnya lagi, terjadi pendalaman sungai.

Proses pendalaman sungai akibat eksploitasi besar besaran terhadap pasir di dasar sungai, adalah suatu bentuk kerusakan komponen lingkungan sungai oleh manusia. Pada rona awal keseimbangannya, sungai memang membentuk pendalaman juga akan tetapi mekanisme pendalaman yang dilakukan sungai adalah sebuah bentuk keseimbangan alamiahnya. Pendalaman sungai mempengaruhi kecepatan arus sungai dan kualitas air sungai secara fisik. Sistem inilah yang diatur sendiri oleh sungai. Tetapi karena terjadinya campur tangan dari manusia, maka inilah yang disebut perusakan lingkungan yang menyebabkan degradasi lingkungan.

### **3. Barang Publik (*public goods*)**

Adanya sifat barang berupa barang publik ini, konsekuensinya terhadap sumber daya lingkungan ialah terjadinya peristiwa

terbengkalainya komponen yang ada pada suatu lingkungan. Terbengkalainya komponen lingkungan, akan mengakibatkan terjadinya degradasi lingkungan.

Ciri utama barang publik ialah apabila telah atau sedang dikonsumsi oleh seseorang, maka kualitas dan kuantitas barang tersebut tidak menjadi berkurang terhadap orang yang lain yang juga mengonsumsinya. Sehingga dengan demikian, tidak seorang pun yang merasa dan mau bertanggung jawab apabila terjadi penurunan fungsi barang tersebut karena peristiwa tertentu. Tentu saja setiap orang merasa begitu karena mereka berpikir tidak hanya mereka yang memanfaatkan.

Contoh yang sederhana dari barang publik ialah seperti suasana di luar pekarangan sebuah *café* di kawasan wisata pantai pada suatu ekosistem pesisir. Segala sesuatu yang ada di luar *café* tersebut berupa pasir putih dan suasana pantai dapat dinikmati setiap orang tanpa mengurangi nilai dari pemandangan itu. Hal ini bukanlah tergolong *common property* (barang milik umum), tapi *public goods*.

Pengusaha yang memiliki kafe di dalam kawasan tersebut, tidak akan mau merawat segala sesuatu yang ada di luar pekarangannya dalam ekosistem pesisir, karena penambahan biaya akan mengurangi keuntungan yang dia perdatap apabila dia masukkan perawatan lingkungan pantai ke dalam modal usahanya.

Contoh lainnya lagi ialah seperti sinar matahari. Sinar matahari tidak bisa dimiliki oleh seseorang. Apabila seseorang memanfaatkan sinar matahari untuk berjemur di sebuah pantai, maka tindakan dia tersebut tidak menyebabkan orang lain akan kekurangan dalam mendapatkan sinar matahari di tempat lain.

Hal yang membedakan antara barang publik (*public goods*) dengan barang milik umum (*common property*) ialah kalau barang publik, tidak bisa diambil dan dikonsumsi sendiri yang akan menyebabkan berkurangnya kuantitas barang tersebut. Artinya, dengan seseorang memanfaatkan barang tersebut, orang lain tidak mendapatkan pengaruh apapun dari orang yang sudah lebih dahulu memanfaatkan.

Untuk memudahkan memahami dan membedakan antara satu dengan yang lain sebutlah anda pergi ke suatu panorama yang indah. Pemandangan yang indah dan elok yang anda nikmati sendiri, tidak akan

mengambil hak-hak orang lain bukan? Karena orang lain pun masih bisa menikmati pemandangan yang sama untuk kepuasan yang sama, walaupun banyak orang yang menikmatinya.

Sedangkan barang milik umum, apabila seseorang lebih dahulu mengambil, memanfaatkan dan mengkonsumsi maka orang lain setelah dia akan mendapati jumlah yang berkurang sebanyak yang telah diambil orang terdahulu. Sederhananya, dicontohkan pada pasir di pantai. Apabila seseorang mengambil dalam jumlah yang banyak, maka orang lain tidak bisa mendapatkan lagi seperti orang yang pertama tadi mengambilnya.

Artinya, pengambilan yang dilakukan oleh seseorang akan merugikan atau mengakibatkan orang lain sesudahnya tidak bisa memanfaatkan hal yang sama itu. Contoh yang lain adalah kayu di hutan, dan lain sebagainya yang justru orang lain akan menerima dampak negatif dari ulah si pengambil yang pertama.

## **I. Manusia dalam Sistem Lingkungan**

Dalam bahasan ini, akan berusaha memperoleh *mindset* bahwa manusia, atau penduduk dalam lingkungan hidupnya dipandang tidak secara terpisah (*parsial*) dalam perspektif keseimbangan sistem lingkungan. Artinya, manusia ikut menentukan dan sebagai salah satu dari komponen yang ada dalam sistem lingkungan. Perubahan yang terjadi pada satu komponen akan berdampak pada komponen lain, tak terkecuali manusia itu sendiri.

Penduduk atau populasi manusia yang hidup dalam satu wilayah tertentu, adalah sebagai salah satu komponen makhluk hidup. Sebagai makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungannya, maka fungsi dan perannya juga menentukan bentuk keseimbangan yang akan berubah tatkala mereka melaksanakan perannya di dalam ekosistem.

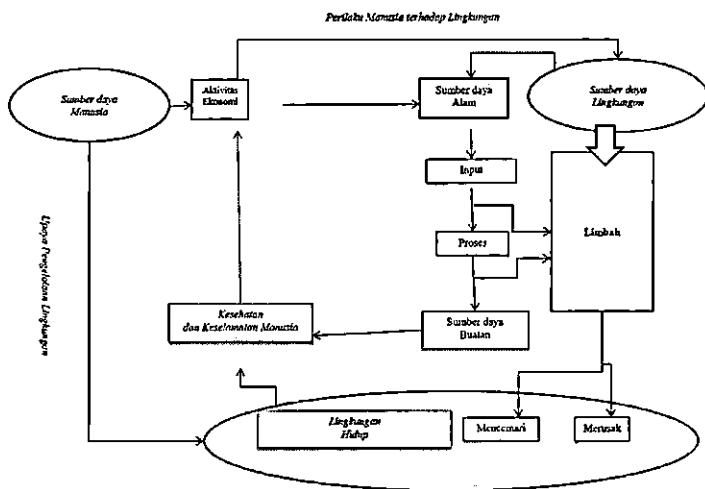
Penduduk bukan hanya sebagai subjek dalam wacana lingkungan hidup dan pembangunan, melainkan juga sebagai objek. Pembangunan yang dikehendaknya lalu merusak dan mencemari lingkungan hidup akan menempatkan mereka sebagai objek penderita apabila lingkungan hidup memberikan respons atau reaksi yang tidak sesuai dengan apa yang diinginkan.

Oleh karena itu, seyogyanya lebih arif dan bijak semestinya dalam melakukan aktivitas ekonominya di dalam kehidupan. Pembangunan ekonomi semata dengan tidak memandang keseimbangan lingkungan dalam kaca mata ekologi akan membuat tujuan pembangunan tidak akan terlaksana.

Antara penduduk dengan wilayah tempat mereka tinggal, antara sumber daya manusia dengan sumber daya lingkungan, dan antara populasi manusia dengan habitatnya adalah satu kesatuan yang utuh dalam suatu sistem biosfer. Dalam kajian sistem lingkungan hidup maka akan terlihat jelas kalau satu perubahan yang terjadi akan mempengaruhi komponen yang lain. Pengaruh itu berjalan seiring fungsi waktu. Bisa jadi di awal tidak terlihat atau tidak dirasakan pengaruh buruk yang terjadi tapi proses berjalan dan sistem keseimbangan menuju titik keseimbangan kembali sehingga dampak yang terjadi mulai terlihat.

Perilaku manusia di dalam lingkungan hidup tidak hanya berpengaruh pada dirinya. Tapi juga mempengaruhi lingkungan dan akan menyebabkan perubahan pada orang lain. Demikianlah yang telah kita pahami dari bab-bab sebelumnya pada konsep keseimbangan alam.

Selanjutnya bagaimanakah menjelaskan kaitan antara perilaku manusia dengan lingkungan hidup? Mari kita cermati Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Skematis Sumber daya Manusia dalam Sistem Lingkungan

Pada Gambar 10 terlihat bahwa perilaku manusia terhadap lingkungan, berawal dari manusia (kotak bertuliskan sumber daya manusia) yang dengan alasan ekonomi, melakukan aktivitas terhadap sumber daya alam pada lingkungan. Proses transformasi sumber daya alam menjadi sumber daya buatan oleh manusia di dunia industri misalnya telah menghasilkan limbah. Limbah tiada tempat lain kecuali ke lingkungan dan menjadi bahan pencemar.

Begitu lingkungan hidup telah tercemar dan rusak, yang menanggung akibatnya ialah manusia juga. Sehingga berdampak pada kesehatan dan keselamatan manusia. Hal ini berimplikasi pada kualitas sumber daya manusia.

Degradasi lingkungan sebenarnya tidak hanya penurunan fungsi dari lingkungan itu saja, tapi juga diikuti dengan terjadinya perubahan secara kuantitas pada komponen penyusun lingkungan. Degradasi lingkungan adalah suatu sebutan untuk terjadinya pencemaran dan atau kerusakan pada suatu lingkungan oleh aktivitas ekonomi manusia, terutama pada dunia industri. Sebagaimana diketahui, dunia industri dan industrialisasi lahir adalah karena keinginan dan kebutuhan hidup manusia.

# BAB IV

## INDUSTRI DAN INDUSTRIALISASI

Rekayasa lingkungan menjadi mutlak diperlukan. Manusia menginginkan dan membutuhkan sesuatu yang lain dari lingkungannya. Sesuatu yang lain itu, ada dalam wujud ekstraktif atau tersedia di alam, tapi memerlukan pengolahan terlebih dahulu. Sesuatu itu, memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Sehingga dilakukanlah rekayasa terhadap lingkungan.

Proses perekayasaan, ialah suatu dinamika. Dinamika yang terjadi, dapat difokuskan kepada salah satu aspek yang disebut industrialisasi. Hal ini untuk mempermudah kita memahami dan mencermati persoalan. Sehingga bisa menemukan pola-pola tertentu dalam sedemikian kompleksitasnya antara manusia dengan lingkungannya.

### A. Pengertian Industri

Industri diartikan sebagai suatu usaha atau kegiatan pengolahan bahan mentah atau barang setengah jadi menjadi barang jadi dalam jumlah dan mutu tertentu dan memiliki nilai tambah untuk mendapatkan keuntungan. Makna *implicit* yang perlu kita garis bawahi adalah bahwa tujuan industri tak lain tak bukan adalah keuntungan. Jelas bahwa fungsi ekonomi adalah fungsi yang dikedepankan.

Ekologi Industri merupakan multi disiplin ilmu. Tidak hanya ilmu-ilmu eksakta saja yang menyusunnya, tapi juga digunakan ilmu ekonomi. Teori-teori ekonomi mikro sebenarnya mencoba menjelaskan bagaimana manusia menentukan pilihan dalam memenuhi kebutuhan hidupnya dan bagaimana perilaku manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya itu.

Di sini didapat kesepakatan bahwa sektor industri merupakan salah satu sektor yang dapat dianalisis, dicermati dan dijelaskan berdasar asas ekonomi. Awalnya memang demikian, di mana dunia industri hanya berasas pada teori-teori ekonomi klasik baik mikro maupun makro. Belum ada penyatuan dengan ekologis, karena justru akan bertentangan.

Industrialisasi lahir merupakan salah satu alternatif manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka. Usaha perakitan atau *assembling* dan juga reparasi adalah bagian dari industri.

Hasil industri tidak hanya berupa barang, tetapi juga dalam bentuk jasa. Demikian kompleksnya sektor industri dalam tatanan pri kehidupan manusia, mulai dari revolusi industri, sampai hari ini. Sebelum kita menyadari lebih jauh betapa kompleksnya sektor industri itu, ada baiknya kita merinci satu persatu segala sesuatu tentang industri ini sehingga kita bisa menemukan benang merahnya dengan segmen lain dan ataupun lebih eksplisit lagi, kita bisa mengetahui implikasinya terhadap sumber daya lingkungan, rona lingkungan, tatanan kualitas kehidupan manusia (kesehatan, moral dan nilai-nilai budaya lainnya) dan sektor lain seperti ekonomi, politik, dan lain-lain.

Tapi kita batasi diskusi kita hanya terkait pada sumber daya lingkungan di mana manusia eksis di dalamnya sebagai salah satu pembentuk sistem keseimbangan ekosistem atau lebih luas lagi keseimbangan biosfer. Karena Ekologi Industri akan berkenaan langsung dengan hal-hal itu.

## **B. Penggolongan Industri**

Industri perlu digolongkan menurut keperluan mempelajari dunia industri. Penggolongan ini tentu berdasarkan pada satu indikator tertentu. Karena hal ini akan memberikan wawasan terhadap pola aktivitas industri yang ada dan berkembang saat ini. Tanpa adanya penggolongan, maka sulit diidentifikasi bagaimana dunia industri bekerja dan bagaimana pula penerapan prinsip-prinsip ekologi di dalamnya. Berikut ini beberapa indikator yang membedakan satu industri dengan yang lainnya.

### **1. Industri Berdasarkan Tempat Bahan Baku**

Berdasarkan bahan bakunya, suatu industri dapat dibedakan dengan industri yang lainnya. Penggolongan industri berdasarkan tempat bahan baku, atau di mana sumber bahan baku (*inputs*) bisa diperoleh adalah sebagai berikut.

#### *a. Industri Ekstraktif*

Industri ekstraktif adalah industri yang bahan bakunya diambil langsung dari alam sekitar. Alam sekitar adalah lingkungan hidup.

Berarti kita sudah menemukan benang merah antara industri jenis ini, dengan sumber daya lingkungan dan keseimbangan materi di alam. artinya, sumber bahan baku untuk melaksanakan proses industri tersebut ialah sumber daya alam yang ada pada lingkungan (sumber daya lingkungan).

Pada kondisi sekarang, proses industri yang ada, sebagian besar adalah tergolong pada jenis industri ekstraktif ini. Menurut Todaro (2012) di dunia ketiga, industri ekstraktif ini merupakan industri yang menjadi idola. Sehingga justru di dunia ketiga ini pulalah mereka bersikutat dengan permasalahan lingkungan hidup.

Contoh industri jenis ini ialah (1) teknologi pengolahan hasil pertanian, atau perkebunan serta kehutanan, (2) perikanan dan peternakan, (3) pertambangan, dan lain-lain.

*b. Industri Nonekstaktif*

Berbeda dengan Industri ekstraktif, maka industri jenis nonekstaktif ini adalah industri yang bahan baku didapat dari tempat lain, atau bersumber dari selain alam sekitar (lingkungan hidup). Industri yang jenis ini, sudah saatnya perlu dipikirkan untuk pengembangan ke depan. Terutama dalam kajian Ekologi Industri, diharapkan yang menjadi *inputs* untuk suatu industri justru hasil sampingan atau limbah dari industri lain yang ada.

*c. Industri Fasilitatif*

Jenis industri yang ini lebih bersifat ramah lingkungan lagi, karena industri fasilitatif adalah industri yang produk utamanya berbentuk jasa yang dijual kepada para konsumennya. Umumnya, di negara-negara yang sudah maju, jenis industri ini lebih berkembang pesat dari pada negara yang sedang berkembang atau terkebelakang.

Konsekuensinya, di negara maju biaya untuk pemulihan atau perlindungan lingkungan tidak dibayar mahal sebagaimana di negara-negara berkembang.

Contoh industri jenis ini adalah (1) bisnis asuransi, (2) perbankan, (3) jasa transportasi, (4) ekspedisi, dan lain sebagainya.



## **2. Industri Berdasarkan Ukuran Modal**

### **a. Industri Padat Modal**

Adalah industri yang dibangun dengan modal yang jumlahnya besar untuk kegiatan operasional maupun pembangunannya. Hal ini dicirikan dengan luasnya bangunan dan biaya proses yang tinggi.

### **b. Industri Padat Karya**

Adalah industri yang lebih dititikberatkan pada sejumlah besar tenaga kerja atau pekerja dalam pembangunan serta pengoperasiannya.

## **3. Industri Berdasarkan Klasifikasinya**

Klasifikasi industri berdasarkan SK Menteri Perindustrian No.19/M/I/1986, maka industri dapat dikelompokkan menurut:

### **a. Industri kimia dasar**

Contohnya seperti industri semen, obat-obatan, kertas, pupuk, dan sebagainya.

### **b. Industri Mesin dan Logam Dasar**

Misalnya seperti industri pesawat terbang, kendaraan bermotor, dan tekstil.

### **c. Industri Kecil**

Contoh jenis industri ini seperti industri roti, kompor minyak, makanan ringan, es, minyak goreng curah, dan lain-lain yang banyak kita temui dalam lingkungan sehari-hari.

### **d. Aneka Industri**

Misalnya industri pakaian, industri makanan dan minuman, dan lain-lain.

## **4. Industri Berdasarkan Jumlah Tenaga Kerja**

Penggolongan industri selanjutnya adalah berdasarkan jumlah tenaga kerja yang digunakan dalam proses industri tersebut. Berdasarkan ini, maka dapat dibedakan atas:

### **a. Industri Rumah Tangga**

Adalah industri yang jumlah karyawan / tenaga kerja berjumlah antara 1-4 orang.

b. Industri Kecil

Adalah industri yang jumlah karyawan / tenaga kerja berjumlah antara 5-19 orang.

c. Industri Sedang atau Industri Menengah

Adalah industri yang jumlah karyawan / tenaga kerja berjumlah antara 20-99 orang.

d. Industri Besar

Adalah industri yang jumlah karyawan / tenaga kerja berjumlah antara 100 orang atau lebih.

**5. Industri Berdasarkan Pemilihan Lokasi.**

a. Industri yang berorientasi atau menitikberatkan pada pasar (*market oriented industri*).

Adalah industri yang didirikan sesuai dengan lokasi potensi target konsumen. Industri jenis ini akan mendekati kantong-kantong di mana konsumen potensial berada. Semakin dekat ke pasar akan semakin menjadi lebih baik.

b. Industri yang berorientasi atau menitikberatkan pada tenaga kerja / *labor (man power oriented industri)*.

Adalah industri yang berada pada lokasi di pusat pemukiman penduduk karena biasanya jenis industri tersebut membutuhkan banyak pekerja / pegawai untuk lebih efektif dan efisien.

c. Industri yang berorientasi atau menitikberatkan pada bahan baku (*supply oriented industri*)

Adalah jenis industri yang mendekati lokasi di mana bahan baku berada untuk memangkas atau memotong biaya transportasi yang besar.

**6. Berdasarkan Produktivitas.**

a. Industri Primer.

Industri primer adalah industri yang barang-barang produksinya bukan hasil olahan langsung atau tanpa diolah terlebih dahulu. Contohnya adalah hasil produksi pertanian, peternakan, perkebunan, perikanan, dan sebagainya. Artinya tidak dihasilkan dari suatu pengolahan langsung dengan menggunakan bahan mentah.

b. Industri Sekunder

Industri sekunder adalah industri yang bahan mentah diolah sehingga menghasilkan barang-barang untuk diolah kembali. Pengolahan kembali ini bisa jadi dipihakketigakan atau memang industri lain pula yang mengolahnya. Misalnya adalah pemintalan benang sutra, komponen elektronik, dan sebagainya.

c. Industri Tersier

Adalah industri yang produk atau barangnya berupa layanan jasa. Contoh seperti telekomunikasi, transportasi, perawatan kesehatan, dan masih banyak lagi yang lainnya.

### C. Manusia dan Industrialisasi

Manusia dan Industrialisasi merupakan sebuah biimplikasi. Industrialisasi adalah buah karya manusia yang hanya jika manusia yang melakukannya. Artinya, tidak ada makhluk hidup selain manusia mampu melakukan industrialisasi. Di sisi lain, industrialisasi merupakan fenomena yang lahir hanya untuk manusia, artinya tidak buat makhluk hidup yang lain, sehingga bisa dikatakan manusia dengan industrialisasi atau sebaliknya. Keduanya saling memberi konsekuensi logis.

Perkembangan peradaban manusia, telah menghantar manusia untuk lebih mendominasi dan memanfaatkan sumber daya lingkungannya sampai kepada era yang disebut dengan era industrialisasi. Hal ini merupakan sebuah dinamika yang tak terhindar.

Industrialisasi, adalah suatu proses perubahan sosial ekonomi yang mengubah sistem pencaharian masyarakat agraris menjadi masyarakat industri. Industrialisasi juga bisa diartikan sebagai suatu keadaan di mana masyarakat berfokus pada ekonomi yang meliputi pekerjaan yang semakin beragam (spesialisasi), gaji, dan penghasilan yang semakin tinggi.

Industrialisasi adalah bagian dari proses modernisasi di mana perubahan sosial dan perkembangan ekonomi erat hubungannya dengan inovasi IPTEK. Dalam Industrialisasi ada perubahan filosofi manusia di mana manusia mengubah pandangan lingkungan sosialnya menjadi lebih kepada rasionalitas (tindakan didasarkan atas pertimbangan, efisiensi dan perhitungan, tidak lagi mengacu kepada moral dan norma serta sistem etika, apalagi kebiasaan atau tradisi). Dengan kata lain,

industri serta merta mengeliminir nilai-nilai budaya dan kearifan lokal (*local wisdom*). Menurut para peneliti ada faktor yang menjadi acuan modernisasi industri dan pengembangan perusahaan. Mulai dari lingkungan politik dan tata hukum yang menguntungkan untuk dunia industri dan bisnis atau perdagangan, bisa juga dengan sumber daya alam yang beragam dan melimpah, serta sumber daya manusia yang cenderung rendah biaya (*low cost*). Sumber daya manusia pada dunia industri memiliki kemampuan dan bisa beradaptasi dengan pekerjaannya. Sehingga dinilai tidak memiliki biaya yang tinggi dalam sistem ekonomi (*high cost economic*).

Negara pertama yang melakukan industrialisasi adalah Inggris ketika terjadi revolusi industri pada abad ke 18. Pada akhir abad ke 20, Negara di Asia Timur telah menjadi bagian dunia yang paling banyak melakukan industrialisasi.

Menurut klasifikasi Jean Fourastie, struktur ekonomi terdiri dari 3 bagian, yakni:

- a. *Produksi Komoditas* (pertanian, peternakan, eksploitasi sumber daya mineral).
- b. *Proses produksi*. Adalah proses atau tahapan menghasilkan barang untuk dijual.
- c. *Industri Layanan*. Adalah sebuah proses industrialisasi yang didasarkan pada perluasan bagian kedua yang kegiatan ekonominya didominasi oleh kegiatan bagian pertama.

Revolusi Industri pertama terjadi pada pertengahan abad ke 18 sampai awal abad ke 19 di daerah Eropa Barat, Amerika Utara, dimulai pertama kali di Inggris. Revolusi Industri kedua terjadi pada pertengahan abad ke 19 setelah penemuan mesin uap, listrik, mesin pembakaran dalam (tenaga fosil) dan pembangunan kanal-kanal, rel kereta api sampai ke tiang listrik.

#### **D. Industrialisasi di Indonesia**

Kita perlu melihat dan mencermati industri di negara kita. Industrialisasi di negara Indonesia semakin menurun semenjak terjadinya krisis ekonomi Tahun 1998. Kemunduran ini bukanlah berarti Indonesia tidak memiliki modal untuk melakukan investasi pada industri dalam

negeri, tetapi lebih kepada penyerapan barang hasil produksi industri dalam negeri. Membuka pasar dalam negeri adalah hal yang utama dan sangat penting bagi industri Indonesia untuk bisa bangkit lagi karena saat ini pasar Indonesia dikuasai oleh produk-produk asing.

Tampaknya, mekanisme untuk membangkitkan industri di Indonesia, melibatkan banyak aspek, terutama aspek strategi dan kebijakan. Dalam hal ini, peran pemerintah sebagai regulator akan sangat strategis untuk ke depan.

### **1. Faktor Pembangkit Industri Indonesia**

Untuk membangkitkan industri di Indonesia, tentu saja tidak mudah secara umum. Akan tetapi perlahan dan pasti perlu dilakukan. Jika tidak dilakukan maka industri ini akan mengalami kemunduran dan menyisakan kerusakan dan pencemaran lingkungan yang membutuhkan biaya tinggi untuk pemulihannya. Hal inilah yang mengakibatkan sektor industri menjadi riskan bagi sektor lingkungan apabila industri tersebut *collapse*. Akibatnya seluruh dampak yang ditimbulkannya akan menjadi tanggungan negara.

Paling tidak jika industri itu masih berjalan dan mampu bangkit, ia akan bisa menggunakan CSR (*Corporate Social Responsibility*) sebagai salah satu instrumen perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup bagi dan dari dunia industri. Beberapa hal yang bisa membangkitkan industri di tanah air, adalah:

#### *a. Struktur Organisasi*

Perlu dilakukan inovasi dalam jaringan institusi pemerintah dan swasta yang melakukan impor. Inovasi ini diperlukan terhadap importir sebagai pihak yang membawa, mengubah, mengembangkan dan menyebarkan teknologi.

Perubahan mendasar pada struktur organisasi agaknya perlu dilakukan jika memang diperlukan.

#### *b. Ideologi*

Perlu sikap dalam menentukan pilihan untuk mengembangkan suatu teknologi apakah menganut tecno-nasionalism, technoglobalism, atau techno-hybrids. Penentuan sikap yang diharapkan tentu saja yang memiliki kesadaran lingkungan (*environment awareness*), sehingga sistem industri yang menerapkan prinsip ekologi segera dapat diwujudkan.

c. *Kepemimpinan*

Pemimpin dan elit politik Indonesia harus tegas dan cermat dalam mengambil keputusan. Hal ini dimaksudkan untuk mengembalikan kepercayaan pasar dalam negeri maupun luar negeri. Terutama diharapkan pada pihak *decision maker* (pengambil keputusan) dan *stakeholder* (pemangku kebijakan) lebih cenderung untuk menerapkan eco – industri atau industri yang ramah lingkungan.

d. *Peningkatan Sumber Daya Manusia*

Peningkatan sumber daya manusia yang dimaksud tidak semata terampil terhadap penguasaan IPTEK untuk diterapkan di dunia industri, tapi lebih kepada kesadaran lingkungan. Penguasaan IPTEK yang dimiliki haruslah selaras dengan industri ramah lingkungan dan mampu menerapkan sistem keseimbangan ekosistem alamiah pada dunia industri sehingga terbentuk pula *Eko – Industrial Park*.

e. *Inovasi Alih Teknologi*

Inovasi dalam industri di Indonesia tidak bisa kita pungkiri masih sangat kurang. Teknologi yang digunakan terkesan monoton dan bersifat mengikuti perkembangan pasar teknologi dari negara maju. Kita menempatkan diri sebagai konsumen saja tanpa ada upaya inovasi yang mampu melakukan pengalihan teknologi ke bentuk lain yang lebih kreatif dan ramah lingkungan.

Tentu saja hal ini berhubungan dengan banyak hal. Akan tetapi poin ini perlu untuk dijadikan sebagai langkah pokok untuk pengembangan dan diversifikasi teknologi ke depan.

Sudah saatnya teknologi yang dikembangkan adalah teknologi yang lebih kepada pemanfaatan kembali limbah industri yang sudah ada selama ini. Produk sampingan maupun limbah dampak dari *output* pasca produksi perlu dijadikan wacana untuk dikembangkan ke dalam sebuah industri yang nonekstraktif dan kreatif. Jika hal ini tidak dilakukan maka selamanya negara kita akan sibuk mengurus masalah lingkungan hidup seiring dengan dampak industri terhadap lingkungan.

## 2. Faktor Penghambat Industri Indonesia

Secara umum, industri di Indonesia memiliki banyak kendala. Tapi dalam buku ini akan diuraikan kendala atau faktor penghambat yang signifikan, yaitu:

### a. Keterbatasan Teknologi

Hal yang sudah sama kira pahami ialah bahwa keterbatasan teknologi secara langsung mengakibatkan terhambatnya kemajuan dan perkembangan teknologi yang akan diterapkan dalam industri, terutama teknologi yang ramah lingkungan apalagi teknologi berbasis pada sistem keseimbangan alamiah di alam.

Kurangnya perluasan dan penelitian dalam bidang teknologi ini, menghambat efektivitas proses dan kemampuan produksi.

### b. Kualitas Sumber Daya Manusia

Kita tak bisa pungkiri bahwa kualitas sumber daya manusia sangat menentukan dalam sebuah industri. Terbatasnya tenaga profesional di Indonesia menjadi penghambat untuk mendapatkan dan mengoperasikan alat-alat dengan teknologi terbaru, dan ramah lingkungan

### c. Keterbatasan Fungsi Pemerintah

Terbatasnya fungsi pemerintah dalam banyak hal, seperti fungsi pendanaan, fungsi regulator dan kontrol sangat mempengaruhi lambatnya pengembangan IPTEK dan infrastruktur bidang riset dan teknologi. Hal ini juga tidak berdiri sendiri.

Ada faktor lain yang secara tersembunyi mengakibatkan kondisi keterbatasan ini. Dalam istilah Ekonomi Lingkungan disebut dengan "*invisible hand*"

Contohnya terkait persoalan penegakkan hukum terhadap penyalahgunaan wewenang (korupsi) pejabat pemerintah, dan lain-lain yang bahkan juga berkaitan dengan ranah politik.

## E. Dampak Industrialisasi

Tentu saja, industrialisasi mempunyai *output* (hasil) yang sesuai dengan selera, keinginan, kebutuhan manusia untuk maksud ekonomis, akan tetapi, ada sisi lain berupa *impact* (dampak) akibat industrialisasi tersebut. Sisi ini perlu dikaji di sela-sela manusia mengejar pertumbuhan

ekonomi dan kesejahteraan yang sebenarnya tidak bersifat berkelanjutan. Para ahli sepakat bahwa dampak yang ditimbulkan dari suatu industri dalam lingkup industrialisasi, ada yang bersifat positif dan ada pula yang negatif. Akan tetapi, sepositif apapun dampak tersebut diterima oleh parsial komunitas manusia, tetap saja mempunyai dampak yang negatif pada komunitas yang lain. Apalagi dampak yang dihasilkan nyata-nyata bersifat negatif.

### **1. Dampak Umum**

Secara umum, dampak yang ditimbulkan oleh industri, garis besarnya dapat berupa:

#### *a. Urbanisasi*

Akibat adanya urbanisasi, menjadi terpusatnya tenaga kerja pada pabrik – pabrik di suatu daerah, sehingga daerah tersebut berkembang menjadi kota besar. Tentu saja implikasinya mempunyai dampak yang menembus dan merembes pada dimensi lain, seperti kriminalitas, dan lain-lain.

Fenomena ini praktis menjadi masalah kependudukan terutama dalam kajian distribusi penduduk yang tidak merata.

#### *b. Eksploitasi Tenaga Kerja*

Eksploitasi berarti penguasaan terhadap satu hal atau faktor sumber daya untuk mendapatkan keuntungan maksimal. Industrialisasi telah mengakibatkan terjadinya eksploitasi terhadap manusia. Pekerja harus meninggalkan keluarga agar bisa bekerja di mana industri itu berada. Implikasinya pun menembus dimensi lain, seperti masalah social perkawinan, yang merembes ke persoalan hukum.

#### *c. Perubahan pada Struktur Keluarga*

Perubahan struktur sosial berdasarkan pada pola pra industrialisasi di mana suatu keluarga besar cenderung menetap di suatu daerah. Setelah industrialisasi keluarga biasanya berpindah pindah tempat dan hanya terdiri dari keluarga inti (orang tua dan anak – anak).

Keluarga dan anak – anak yang memasuki kedewasaan akan semakin aktif berpindah pindah sesuai tempat di mana pekerjaan itu berada.



#### *d. Lingkungan Hidup.*

Di sini masalah yang lebih dominan berpengaruh terhadap manusia. Industrialisasi menimbulkan banyak masalah terhadap lingkungan hidup. Mulai polusi udara, air, dan suara, masalah kemiskinan, alat-alat berbahaya, kekurangan gizi. Masalah kesehatan di negara industri disebabkan oleh patogen (mikroorganisme penyebab penyakit) yang berada pada lingkungan hidup yang memburuk.

Hal lain yang tak dapat dielakkan, ialah bahwa proses industri memanfaatkan bahan mentah/baku dari sumber daya lingkungan. Sederhananya ialah industri kertas. Jutaan pohon kayu ditebang untuk memenuhi kebutuhan produksi.

Selama proses penebangan, sudah menimbulkan banyak dampak terhadap lingkungan. Apalagi pasca penebangan di saat mana kondisi tanah berada dalam terbuka, tidak adanya *cover crop* (tanaman penutup).

## **2. Dampak Industrialisasi di Indonesia**

Teknologi memungkinkan negara tropis seperti Indonesia untuk memanfaatkan kekayaan hutan untuk meningkatkan devisa negara dan pembangunan infrastruktur. Hilangnya hutan di Indonesia berarti hilang juga tanaman-tanaman yang memiliki khasiat sebagai obat dan juga fauna langka yang hidup di ekosistem hutan tersebut.

Dibalik kesuksesan Indonesia dalam pembangunan sebenarnya ada kemerosotan dalam cadangan sumber daya alam dan peningkatan pencemaran lingkungan.

Pada kota-kota yang sedang berkembang seperti Gresik, Medan, Jakarta, Surabaya, Bandung, dan Lhokseumawe, bahkan hampir seluruh kota-kota di pulau Jawa sudah mengalami peningkatan suhu udara, Walaupun daerah tersebut tidak pesat perkembangan industrinya.

Pencemaran dapat diklasifikasikan dalam bermacam-macam bentuk menurut pola pengelompokannya. Mengelompokkan pencemaran atas dasar:

- a. Bahan pencemar yang menghasilkan bentuk pencemaran biologis, kimiawi, fisik, dan budaya.

- b. Pengelompokan menurut medium lingkungan menghasilkan bentuk pencemaran udara, air, tanah, makanan, dan sosial.
- c. Pengelompokan menurut sifat sumber menghasilkan pencemaran dalam bentuk primer dan sekunder.

#### **F. Industri dan Konsekuensinya**

Industri, merupakan salah satu indikator ekonomi sebuah wilayah. Kuantitas sektor industri, akan menjadi parameter sebuah wilayah mapan secara ekonomi atau tidak. Di sisi lain, kualitas industri, akan sangat menentukan apakah wilayah tersebut bisa dikatakan berperan dalam hal penyehatan dan penyelamatan lingkungannya, atau malah sebaliknya.

Apabila kuantitas industri di sebuah wilayah tidak sehat, mengeluarkan limbah sehingga merusak dan mencemari lingkungan, sudah barang tentu wilayah tersebut justru berperan dalam hal perusakan dan pencemaran lingkungan.

Pada keadaan suatu industri di satu wilayah mencemari dan merusak lingkungan, dengan kata lain, secara kualitas, industri pada wilayah tersebut dikategorikan tidak sehat dan tidak ramah lingkungan, walaupun pada awalnya mampu meningkatkan skala perekonomian wilayah tersebut, tapi suatu saat perhitungan dilakukan secara akurat, dengan melibatkan komponen ekologis yang ada, maka peningkatan sektor ekonomi itu menjadi sia-sia. Karena apabila dihitung biaya pemulihan lingkungan dan kerugian yang ditimbulkannya, lebih besar mengeluarkan biaya daripada biaya yang diperolehnya dari hasil kegiatan industri tersebut.

Negara maju tidak mengedepankan industri yang ekstraktif, sehingga lingkungan hidupnya relatif terjaga. Sisi positifnya di samping kualitas lingkungan yang lestari sehingga tidak memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia, juga tidak ada biaya yang besar dalam hal perlindungan lingkungan.

#### **G. Limbah Industri**

Setelah kita mengetahui bahwa industri dan industrialisasi memberikan *output* dan dampak. Proses bahan baku untuk industri pun telah memberikan dampak terhadap lingkungan. Sekarang, kita akan memasuki tahapan diskusi berikutnya, tentang sisi lain dari akibat proses

industri. Sisi lain yang dimaksud ialah, akibat langsung ataupun tidak langsung yang merupakan konsekuensi sebuah proses industri terhadap lingkungan, yang dilihat dari terjadinya (1) kerusakan lingkungan dan (2) pencemaran lingkungan.

Kerusakan dan pencemaran lingkungan, merupakan permasalahan total dari persoalan lingkungan hidup. Artinya, tidak hanya hilangnya fungsi lingkungan karena diambil oleh manusia (untuk bahan baku industri misalnya) tapi lebih dari itu, terjadinya perubahan fungsi lingkungan seperti pencemaran pada air sungai misalnya. Terjadinya pencemaran, bisa saja disebabkan sewaktu proses pengambilan bahan baku, ataupun sebagai akibat proses industri yang mengubah bahan baku menjadi bahan jadi.

Untuk mempermudah kita mencermati persoalan dan alur permasalahannya, kita mulai dari menelaah tentang limbah. Di mana asumsi dasar bahwa industri akan mengakibatkan limbah pada lingkungan. Lingkungan yang kita bicarakan ini ialah wadah di mana kita tinggal berdampingan dengan manusia lain, dan makhluk hidup lain serta benda mati yang mempunyai fungsi spesifik di dalam sumber daya lingkungan tersebut.

### **1. Pengertian Limbah.**

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Di mana masyarakat bermukim, di sanalah berbagai jenis limbah akan dihasilkan. Ada sampah, ada air buangan kakus (*black water*), dan ada air buangan dari berbagai aktivitas domestik lainnya (*grey water*).

Akan tetapi, pada diskusi kita kali ini, kita akan membicarakan tentang limbah industri saja. Sehingga kita bisa menghubungkan penalaran bermula dari peradaban manusia, pemanfaatan lingkungan, proses industri dan pada gilirannya adalah limbah. Limbah yang dihasilkan oleh industri, tidak akan ke mana-mana lagi. Dengan kata lain, limbah tersebut, kembali masuk ke dalam lingkungan, merusak dan mencemari.

### **2. Pembagian Limbah Menurut Wujudnya**

Berdasarkan bentuk/wujud dari limbah, maka limbah dikelompokkan atas:

- a. Limbah Padat (*solid waste*) atau dikenal dalam kehidupan sehari-hari dengan istilah sampah.

- b. Limbah Cair (*liquid waste*), adalah air yang tidak bisa digunakan lagi untuk keperluan yang sama.
- c. Limbah Gas (*gas waste*) gas yang tidak diharapkan kehadirannya.

Dari pengelompokan di atas, dapat kita pahami bahwa berdasarkan bentuknya, limbah tersebut berada dalam semua bentuk zat. Baik berupa padat, cair maupun gas. Sehingga keberadaannya pun sangat lekat dan dekat dalam kehidupan manusia. Apalagi yang dihasilkan oleh industri, karena sektor industri itu pun sudah menjadi bagian dalam kehidupan manusia dan penataan ruang wilayah di lingkungan tempat tinggal dan beraktivitasnya manusia.

Pada dasarnya semua pengelompokan dilakukan untuk mempermudah dalam hal identifikasi studi dan penelitian. Pengelompokan ini senantiasa berkembang tergantung luasnya penelitian yang dilakukan.

### **3. Karakteristik Limbah.**

Di samping wujud limbah yang sudah diuraikan di atas, yang mana diketahui limbah berada dalam semua wujud materi di bumi, selanjutnya kita harus mengenali karakteristik atau sebutlah ciri atau sifat limbah itu di alam. Pengenalan ini sangatlah penting dalam upaya pengolahan limbah industri itu sendiri maupun untuk kepentingan identifikasi pengembangan alternatif pemanfaatan kembali di proses industri (*recycle*).

Terdapat 4 (empat) karakteristik limbah yaitu:

- a. Berukuran mikro.
- b. Dinamis.
- c. Berdampak luas (penyubarannya).
- d. Berdampak jangka panjang (antar generasi).

Dapat diketahui karakteristik atau ciri-ciri spesifik dari limbah, yang begitu berbahaya bagi kehidupan manusia dalam satu lingkungan. Selain karena ukurannya yang mikro, limbah juga mempunyai dampak yang luas dan dalam waktu yang lama.

### **4. Penggolongan Limbah Menurut Bentuknya**

Di samping pembagian limbah di atas, serta karakteristiknya, selanjutnya secara umum dan lebih lazim limbah itu digolongkan menurut

sifat atau bentuknya. Metcalf (2012) menggolongkan limbah itu ke dalam 3 (tiga) bentuk yaitu:

a. Limbah Cair (*liquid waste*)

Biasanya dikenal sebagai entitas pencemar air. Komponen yang ada pada limbah cair pada umumnya terdiri dari bahan buangan padat, bahan buangan organik dan bahan buangan anorganik.

b. Limbah Padat (*solid waste*)

Limbah bentuk padat ini dalam kehidupan sehari-hari disebut sebagai “sampah”.

c. Limbah Gas dan Partikel.

Limbah dalam bentuk partikel dan gas ini terutama sekali menyebabkan terjadinya pencemaran terhadap udara. Di mana proses pencemaran udara itu merupakan semua spesies kimia yang dimasukkan atau masuk ke atmosfer yang “bersih” disebut kontaminan. Kontaminan pada konsentrasi yang cukup tinggi dapat mengakibatkan efek negatif terhadap penerima (*receptor*). Dalam hal ini, berarti komposisi materi di alam sudah berubah, dan disebut tidak seimbang lagi. Inilah pencemaran lingkungan itu. Sering pencemaran lingkungan diikuti dengan kerusakan lingkungan.

## 5. Industri dan Pencemaran Lingkungan

Kajian terhadap pencemaran lingkungan yang berhubungan dengan sumber pencemar, bahan pencemar serta paparan dan penerima, sampai pada pengendaliannya dipelajari secara khusus dalam satu disiplin ilmu pula, yaitu Pencemaran Lingkungan. Dalam hal ini kita perlu mengetahui tentang bahan pencemar lingkungan yang disebabkan oleh limbah industri ini, secara poin pentingnya saja.

Pencemaran lingkungan terjadi apabila kontaminan yang disebut sebagai cemaran atau bahan pencemar (*pollutant*) itu telah bercampur dengan lingkungan. Pada peristiwa pencemaran udara, terdapat 2 (dua) kategori menurut cara cemaran masuk atau dimasukkan ke atmosfer yaitu (1) cemaran primer dan (2) cemaran sekunder. Cemaran primer adalah cemaran yang diemisikan secara langsung dari sumber cemaran. Cemaran sekunder adalah cemaran yang terbentuk oleh proses kimia di atmosfer.

Sumber cemaran dari aktivitas manusia adalah setiap kendaraan bermotor, fasilitas, pabrik, instalasi atau aktivitas yang mengemisikan cemaran udara primer ke atmosfer. Ada 2 kategori sumber pencemaran ini, yaitu: sumber tetap (*stationery source*) seperti: pembangkit energi listrik dengan bakar fosil, pabrik, rumah tangga, jasa, dan lain-lain dan sumber bergerak (*mobile source*) seperti: truk, bus, pesawat terbang, dan kereta api. Tentu saja ke dua jenis ini berbeda pula dalam hal pengendaliannya.

Sampai hari ini, terdapat 5 (lima) bahan pencemar primer yang secara total memberikan sumbangan lebih dari 90% terhadap peristiwa pencemaran udara global, yaitu:

- a. Karbon monoksida (CO).
- b. Nitrogen oksida (Nox)
- c. Hidrokarbon (HC).
- d. Sulfur Oksida (SOx).
- e. Partikulat.

Selain cemaran primer terdapat cemaran sekunder yaitu cemaran yang memberikan dampak sekunder terhadap komponen lingkungan ataupun cemaran yang dihasilkan akibat transformasi cemaran primer menjadi bentuk cemaran yang berbeda. Ada beberapa cemaran sekunder yang dapat mengakibatkan dampak penting baik lokal, regional maupun global yaitu:

- a. CO<sub>2</sub> (karbon monoksida).
- b. Cemaran asbut (asap kabut) atau smog (*smoke-fog*).
- c. Hujan asam.
- d. CFC (*Chloro-Fluoro-Carbon/Freon*).
- e. CH<sub>4</sub> (metana).

Dalam dunia industri terdapat beberapa industri yang menghasilkan limbah terhadap lingkungan. Sehingga berdasarkan sumbernya pun, limbah itu ada yang disebut limbah industri dan ada pula sebagai limbah domestik. Limbah industri adalah limbah yang dihasilkan oleh industri dan masuk ke dalam lingkungan hidup. Beberapa jenis industri tersebut yaitu:

a. *Limbah Industri Pangan*

Industri pangan tentu saja sangat banyak, karena sesuai dengan produk yang dihasilkannya sebagai bahan pangan bagi manusia.

Sektor Industri/usaha kecil pangan yang mencemari lingkungan antara lain: tahu, tempe, tapioka dan pengolahan ikan (industri hasil laut).

Limbah usaha kecil pangan dapat menimbulkan masalah dalam penanganannya karena mengandung sejumlah besar karbohidrat, protein, lemak, garam-garam, mineral, dan sisa-sisa bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan dan pembersihan.

Sebagai contohnya limbah industri tahu, tempe, tapioka industri hasil laut dan industri pangan lainnya, dapat menimbulkan bau yang menyengat dan polusi berat pada air bila pembuangannya tidak diberi perlakuan yang tepat. Dalam praktiknya, sampai hari ini tak jarang ditemukan limbah langsung dibuang ke badan air seperti sungai dan tempat terbuka lainnya.

Air buangan (*efluen*) atau limbah buangan dari pengolahan pangan dengan *Biological Oxygen Demand* (BOD) tinggi itu, mengandung polutan seperti tanah, larutan alkohol, panas dan insektisida. Apabila *efluen* dibuang langsung ke suatu perairan, akibatnya mengganggu seluruh keseimbangan ekologis dan bahkan dapat menyebabkan kematian ikan dan biota perairan lainnya.

*b. Limbah Industri Kimia & Bahan Bangunan*

Industri kimia seperti alkohol, parfum & minyak pelumas (oli) dalam proses pembuatannya membutuhkan air sangat besar. Proses dengan menggunakan air yang banyak ini, mengakibatkan pula besarnya limbah cair yang dikeluarkan ke lingkungan sekitarnya. Air limbahnya bersifat mencemari karena di dalamnya terkandung zat kimia berbahaya, senyawa organik dan anorganik baik terlarut maupun tersuspensi serta senyawa tambahan yang terbentuk selama proses fermentasi berlangsung.

Industri ini mempunyai limbah cair selain dari proses produksinya juga, air sisa pencucian peralatan, limbah padat berupa ongkolan hasil perasan, endapan  $\text{Ca SO}_4$ , gas berupa uap alkohol. Kategori limbah industri ini adalah limbah bahan berbahaya beracun (B3) yang mencemari air dan udara.

Industri fermentasi seperti alkohol di samping bisa membahayakan pekerja apabila menghirup zat dalam udara selama

bekerja apabila tidak sesuai dengan Threshold Limit Valued (TLV) gas atau uap beracun dari industri juga dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat sekitar.

Dengan demikian, tidak hanya berbahaya dalam kaitannya dengan keselamatan dan kesehatan kerja, tapi juga berspektrum luas untuk lingkungan di luar sistem industri internal.

Kegiatan lain sektor ini yang mencemari lingkungan adalah industri yang menggunakan bahan baku dari barang galian seperti batako putih, genting, batu kapur/gamping dan kerajinan batu bata. Pencemaran timbul sebagai akibat dari penggalian yang dilakukan terus-menerus sehingga meninggalkan kubah-kubah yang sudah tidak mengandung hara sehingga apabila tidak direklamasi tidak dapat ditanami untuk ladang pertanian.

c. *Limbah Industri Sandang Kulit & Aneka*

Sektor sandang dan kulit seperti pencucian batik, batik *printing*, penyamakan kulit dapat mengakibatkan pencemaran yang berisiko tinggi terhadap lingkungan karena dalam kegiatannya proses pencucian terhadap bahan-bahan bakunya memerlukan air sebagai mediumnya dalam jumlah yang besar.

Proses ini menimbulkan air buangan (bekas proses) yang besar pula, di mana air buangan mengandung sisa-sisa warna, BOD tinggi, kadar minyak tinggi dan beracun (mengandung limbah B3 yang tinggi).

d. *Limbah Industri Logam & Elektronika*

Bahan buangan yang dihasilkan dari industri besi baja seperti mesin bubut, cor logam dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Sebagian besar bahan pencemarannya berupa debu, asap dan gas yang mengotori udara sekitarnya.

Selain pencemaran udara oleh bahan buangan, kebisingan yang ditimbulkan mesin dalam industri baja (logam) mengganggu ketenangan sekitarnya. Kadar bahan pencemar yang tinggi dan tingkat kebisingan yang berlebihan dapat mengganggu kesehatan manusia baik yang bekerja dalam pabrik maupun masyarakat sekitar.

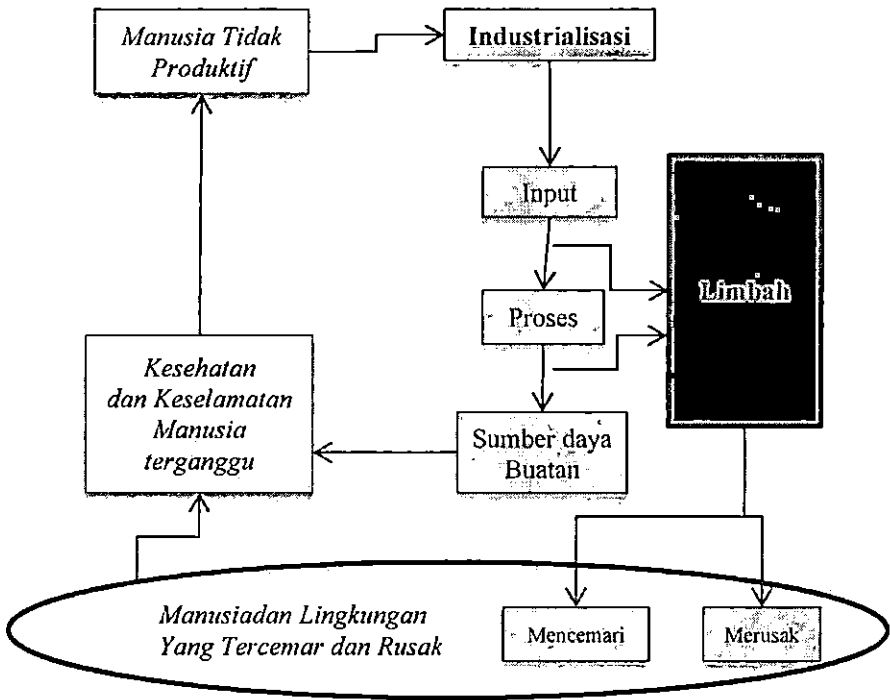


Walaupun industri baja/logam tidak menggunakan larutan kimia, tetapi industri ini mencemari air karena buangnya dapat mengandung minyak pelumas dan asam-asam yang berasal dari proses *pickling* untuk membersihkan bahan plat, sedangkan bahan buangan padat dapat dimanfaatkan kembali.

Bahaya dari bahan-bahan pencemar yang mungkin dihasilkan dari proses-proses dalam industri besi-baja/logam terhadap kesehatan manusia, baik yang bekerja di dalam industri terkait ataupun masyarakat sekitar yang berada di lingkungan, yaitu:

- 1) Debu, dapat menyebabkan iritasi, sesak nafas.
- 2) Kebisingan, mengganggu pendengaran, menyempitkan pembuluh darah, ketegangan otot, menurunnya kewaspadaan, konsentrasi pemikiran dan efisiensi kerja.
- 3) Karbon Monoksida (CO), dapat menyebabkan gangguan serius, yang diawali dengan napas pendek dan sakit kepala, berat, pusing-pusing pikiran kacau dan melemahkan penglihatan dan pendengaran. Bila keracunan berat, dapat mengakibatkan pingsan yang bisa diikuti dengan kematian.
- 4) Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), dapat mengakibatkan sesak nafas, kemudian sakit kepala, pusing-pusing, nafas pendek, otot lemah, mengantuk dan telinganya berdenging.
- 5) Belerang Dioksida (SO<sub>2</sub>), pada konsentrasi 6-12 ppm dapat menyebabkan iritasi pada hidung dan tenggorokan, peradangan lensa mata (pada konsentrasi 20 ppm), pembengkakan paru-paru/celah suara.
- 6) Minyak pelumas, buangan dapat menghambat proses oksidasi biologi dari sistem lingkungan, bila bahan pencemar dialirkan ke sungai, kolam atau sawah dan sebagainya.
- 7) Asap, dapat mengganggu pernafasan, menghalangi pandangan, dan bila tercampur dengan gas CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, maka akan memberikan pengaruh yang membahayakan seperti yang telah diuraikan di atas

Secara skematis, dapat kita simak pada Gambar 11 berikut, bagaimana hubungan implikasi antara manusia dengan industrialisasi dan pencemaran dan perusakan lingkungan oleh limbah yang dihasilkan oleh proses industri.



Gambar 11. Hubungan Manusia dan Limbah Industri pada Lingkungan Hidup

Dapat kita perhatikan pada Gambar 11, bahwa industrialisasi telah menghasilkan proses yang masing-masing proses memberikan dampak berupa kehadiran limbah. Proses atau tahapan mekanisme yang ada di dunia industri meliputi (1) input, (2) proses dan (3) sumber daya buatan (*outputs*). Ke semua tahapan itu merujuk pada arah panah di kotak yang bertuliskan limbah.

Selanjutnya limbah yang dihasilkan industri tersebut akan ke mana lagi kalau tidak berada pada lingkungan internal (lingkungan kerja/mikro) dan lingkungan eksternal (di luar kerja/makro). Peristiwa masuknya limbah ke dalam lingkungan mikro atau pun makro ini, dijelaskan dengan arah panah dari kotak bertuliskan limbah menuju pada lingkaran di bawah pada Gambar. Lingkaran ini mengilustrasikan lingkungan hidup. Terlihat bahwa kehadiran limbah telah merusak dan mencemari lingkungan hidup itu.

Persoalan kemudian ialah bahwa lingkungan makro maupun lingkungan mikro yang kita bicarakan ini, yang disimbolkan dengan lingkaran tersebut, adalah lingkungan atau tempat di mana manusia itu bekerja dan hidup. Bagi pekerja yang langsung bekerja di dunia industri tentu bisa melakukan langkah pengendalian berupa program-program Kesehatan dan Keselamatan Kerja, itu pun jika sudah berjalan dengan baik. Selanjutnya, lingkungan yang selalu berinteraksi segera menghubungkan kondisi mikro dengan kondisi makro. Akibatnya, lingkungan di luar industri itu pun tercemar.

Pada gilirannya, terbentuklah generasi manusia yang sumber daya manusia yang tidak produktif. Di samping karena lingkungan yang memburuk juga karena telah terjatuh dalam rantai kemiskinan. Sumber daya manusia yang mengisi dunia industri adalah sumber daya manusia yang tidak produktif, sehingga untuk suatu industri yang memerlukan *higher order skills* diimpor dari luar negeri. Hal ini sudah tidak sederhana lagi, karena semakin kompleks dan konflik jadinya persoalan yang disebabkan oleh limbah industri ini ketika sudah mencemari lingkungan hidup.

Oleh karena itu, pengelolaan limbah industri (PLI) merupakan salah satu cara atau komponen di dalam sistem pengelolaan limbah (SPL), yang akan kita bahas di bab selanjutnya. Tujuannya ialah meminimalisasi dampak pencemaran karena proses industri. Di samping itu, tujuan implisitnya ialah bagaimana prinsip-prinsip ekologi bisa diterapkan di dunia industri, di semua jenis industri yang sudah dibicarakan di atas.

## **H. Sistem Pengelolaan Limbah Industri**

Kerugian manusia akibat limbah industri khususnya, bisa saja seperti kualitas hidup yang menurun (kesehatan), dan bahkan bisa mengakibatkan kematian pada kondisi yang sudah sedemikian parah. Sehingga, untuk kesehatan dan keselamatan manusia itu sendiri, segera kita punya keyakinan bahwa limbah akibat industri mestilah dikelola.

Sebenarnya tidak itu saja alasannya. Tetapi lebih kepada pembangunan berwawasan lingkungan yang implikasi dari pembangunan berkelanjutan. Hendaknya pembangunan dan pertumbuhan ekonomi saat ini tidak serta merta meninggalkan lingkungan yang terdegradasi bagi

generasi berikutnya. Sehingga di dunia industri mestilah diterapkan prinsip dari Ekologi Industri yang kita pelajari ini. Pengelolaan limbah industri, tidak selesai dalam satu hari saja dan tidak tuntas oleh satu orang atau satu pihak saja. Ia mestilah tersistematik dalam suatu kerangka yang komprehensif. Dengan kata lain, pengelolaan limbah, berarti kita membicarakan Sistem Pengelolaan Limbah (SPL). Artinya, tidak membicarakan sarana dan proses dalam mengolah satu limbah di dunia industri, tapi di dalam pengelolaan (*management*) limbah, terdapat beberapa komponen yang saling terkait satu sama lain, yakni:

1. Aspek pendanaan/pembiayaan (*finance*).
2. Aspek kelembagaan/Institusi.
3. Aspek sosial masyarakat.
4. Aspek hukum dan kebijakan.
5. Aspek teknis.

Masing-masing aspek membentuk sebuah sistem yang terintegrasi dalam perspektif pengelolaan lingkungan hidup. Karena, persoalan limbah industri, sebenarnya tidak menjadi persoalan pada industri itu saja, akan tetapi berspektrum terhadap lingkungan di luar industri tersebut, sehingga penanganannya pun akan melibatkan segala aspek dan komponen apabila pihak industri terkait tidak mengindahkan atau tidak mengelola limbah yang dihasilkannya.

Dalam hal aturan dan kebijakan, yang merupakan komponen dari aspek hukum, jelas peran pemerintah dalam hal ini sangat signifikan. Pemerintah bisa saja mengeluarkan peraturan yang bertujuan untuk menjamin sistem pengelolaan limbah pada suatu lingkungan dalam satu wilayah administratif berjalan optimal. Tentu saja persoalannya terletak pada supremasi hukum.

### **1. Prinsip Pengolahan Limbah Industri.**

Pada prinsipnya, untuk strategi operasional pengolahan dan atau penanganan limbah yang merupakan salah satu komponen Sistem Pengelolaan Limbah (SPL), mestilah berpijak pada pengetahuan dasar tentang limbah yang akan dikelola. Kajian terhadap limbah, telah dimulai seharusnya tatkala suatu industri akan dilaksanakan. Beberapa hal yang harus diketahui ialah:

- a. Jenis limbah yang akan dikelola
- b. Kuantitas limbah yang akan dikelola
- c. Karakteristik limbah yang akan diolah
- d. Sumber limbah yang akan nada
- e. Dampak limbah terhadap lingkungan dan manusia
- f. Baku mutu lingkungan.

Apabila 6 komponen di atas sudah diketahui dengan akurat, selanjutnya ditentukan langkah pengelolaan terkait dalam hal:

- a. Bagaimana pengolahannya agar buangan akhir nanti, sudah memenuhi standar baku mutu lingkungan.
- b. Penyiapan tenaga kerja yang spesialis untuk penanganan limbah tersebut.
- c. Memasukkan sistem pengolahan limbah tersebut ke dalam salah satu komponen proses industri, terkait pembiayaan, kebijakan dan lain-lain dalam internalitas perusahaan.
- d. Senantiasa melakukan penelitian dan pengembangan untuk *recycle*, *reuse* dan *recovery*. Ini adalah peletakan dasar untuk visi *eco – Industrial Park*. Di mana sesuai dengan perspektif Ekologi Industri bahwa sistem keseimbangan di dunia industri membentuk keseimbangan menyerupai keseimbangan alamiah di ekosistem. Bahan buangan satu industri digunakan sebagai *inputs* pada industri lain.

## 2. Proses Pengolahan Limbah Industri

### a. Proses pengolahan secara kimia, yang meliputi:

- 1) Reduksi-Oksidasi.
- 2) Elektrolisis.
- 3) Netralisasi.
- 4) Presipitasi/Pengendapan.
- 5) Solidifikasi/Stabilisasi.
- 6) Absorpsi.
- 7) Penukaran ion.
- 8) Pirolisa.

### b. Proses pengolahan limbah secara fisik yang meliputi:

- 1) Pembersihan gas: Elektrostatik presipitator, Penyaringan partikel, *Wet scrubbing*, dan

- 2) Adsorpsi dengan karbon aktif.
- 3) Pemisahan cairan dengan padatan:  
Sentrifugasi, Klarifikasi, Koagulasi, Filtrasi, Flokulasi, Floatasi, Sedimentasi, dan *Thickening*.
- 4) Penyisihan komponen-komponen yang spesifik:  
Adsorpsi, Kristalisasi, Dialisa, Electrodialisa,
- 5) *Leaching*, *Reverse osmosis*, *Solvent extraction*, dan *Stripping*.

### 3. Penerapan Sistem Pengolahan Limbah

Penerapan sistem pengolahan limbah harus disesuaikan dengan jenis dan karakterisasi dari limbah yang akan diolah dengan memperhatikan 5 (lima) hal sebagai berikut:

- a. Biaya pengolahan murah,
- b. Pengoperasian dan perawatan alat mudah,
- c. Harga alat murah dan tersedia suku cadang,
- d. Keperluan lahan relatif kecil, dan
- e. Bisa mengatasi permasalahan limbah tanpa menimbulkan efek samping terhadap lingkungan.

### 4. Teknologi Pengolahan

Terdapat banyak metode pengolahan limbah B3 di industri. Dalam praktiknya<sup>3</sup> (tiga) metode yang paling populer di antaranya ialah (a) *chemical conditioning*, (b). *olidification/Stabilization*, dan (c). *incineration*. Masing-masing dijelaskan sebagai berikut. Menjadi populer karena dianggap lebih efektif dan efisien dari pada metode yang lainnya.

#### a. *Chemical Conditioning*

Salah satu teknologi pengolahan limbah B3 yang ada tapi belum sepenuhnya diterapkan di berbagai industri ialah *chemical conditioning*. Adapun tujuan utama dari *chemical conditioning* ialah:

- 1) Melakukan stabilitas terhadap senyawa-senyawa organik yang terkandung di dalam lumpur.
- 2) Mereduksi volume limbah dengan cara mengurangi kandungan air yang ada di dalam lumpur.
- 3) Mendestruksi organisme *pathogen*.

- 4) Memanfaatkan hasil samping proses *chemical conditioning* yang masih memiliki nilai ekonomi seperti gas *methane* yang dihasilkan pada proses *digestion*. Pada tahapan ini, sudah terbuka peluang untuk mengembangkan eko-industri.
- 5) Mengondisikan agar lumpur yang dilepas ke lingkungan dalam keadaan aman dan dapat diterima lingkungan.

Dalam praktiknya, *Chemical conditioning* terdiri dari beberapa tahapan. Masing-masing tahapan memiliki fungsi masing masing yang dijelaskan sebagai berikut:

1) *Concentration thickening*

Tahapan ini bertujuan untuk mengurangi volume lumpur yang akan diolah dengan cara meningkatkan kandungan padatan. Alat yang umumnya digunakan pada tahapan ini ialah *gravity thickener* dan *solid bowl centrifuge*.

Tahapan ini pada dasarnya merupakan tahapan awal sebelum limbah dikurangi kadar airnya pada tahapan de-watering selanjutnya. Walaupun tidak sepopuler *gravity thickener* dan *centrifuge*, beberapa unit pengolahan limbah menggunakan proses *flotation* pada tahapan awal ini.

2) *Treatment, stabilization, and conditioning*

Tahapan kedua ini bertujuan untuk menstabilkan senyawa organik dan menghancurkan patogen. Proses stabilisasi dapat dilakukan melalui proses pengondisian secara kimia, fisika, dan biologi. Pengondisian secara kimia berlangsung dengan adanya proses pembentukan ikatan bahan-bahan kimia dengan partikel koloid.

Pengondisian secara fisika berlangsung dengan jalan memisahkan bahan-bahan kimia dan koloid dengan cara pencucian dan destruksi. Pengondisian secara biologi berlangsung dengan adanya proses destruksi dengan bantuan enzim dan reaksi oksidasi.

Proses-proses yang terlibat pada tahapan ini ialah *lagooning*, *anaerobic digestion*, *aerobic digestion*, *heat treatment*, *polyelectrolite flocculation*, *chemical conditioning*, dan *elutriation*.

### 3) *De-watering and drying*

*De-watering and drying* bertujuan untuk menghilangkan atau mengurangi kandungan air dan sekaligus mengurangi volume lumpur. Proses yang terlibat pada tahapan ini umumnya ialah pengeringan dan filtrasi. Alat yang biasa digunakan adalah *drying bed, filter press, centrifuge, vacuum filter, dan belt press.*

### 4) *Disposal*

Disposal ialah proses pembuangan akhir limbah B3. Beberapa proses yang terjadi sebelum limbah B3 dibuang ialah *pyrolysis, wet air oxidation, dan composting.* Tempat pembuangan akhir limbah B3 umumnya ialah *sanitary landfill, crop land, atau injection well.*

Dapat diketahui bahwa teknologi pengolahan limbah memang memungkinkan suatu limbah industri bisa dimanfaatkan sebagai bahan mentah atau setengah jadi bagi industri lainnya. Seperti *crop land* sebenarnya bisa lebih dimanfaatkan untuk industri pupuk, yang lebih ramah lingkungan. Hanya saja perhatian dan keyakinan untuk pengembangan industri alternatif ini, masih belum ada. Selama ini industri kebanyakan masih bersifat *follower* dan menutup kemungkinan perkembangan dan terobosan yang lebih menjanjikan terhadap lingkungan yang lestari.

### b. *Solidification/Stabilization*

Di samping *chemical conditioning*, teknologi *solidification/stabilization* juga dapat diterapkan untuk mengolah limbah B3. Secara umum stabilisasi dapat didefinisikan sebagai proses pencampuran limbah dengan bahan tambahan (*aditif*) dengan tujuan menurunkan laju migrasi bahan pencemar dari limbah serta untuk mengurangi toksisitas limbah tersebut. Sedangkan *solidifikasi* didefinisikan sebagai proses pemadatan suatu bahan berbahaya dengan penambahan aditif. Kedua proses tersebut seringkali terkait sehingga sering dianggap mempunyai arti yang sama.

Proses *solidifikasi/stabilisasi* berdasarkan mekanismenya dapat dibagi menjadi 6 golongan, yaitu:

- 1) *Macroencapsulation*, yaitu proses di mana bahan berbahaya dalam limbah dibungkus dalam matriks struktur yang besar.



- 2) *Microencapsulation*, yaitu proses yang mirip *macroencapsulation* tetapi bahan pencemar terbungkus secara fisik dalam struktur kristal pada tingkat mikroskopik.
- 3) *Precipitation*.
- 4) Adsorpsi, yaitu proses di mana bahan pencemar diikat secara elektrokimia pada bahan pematat melalui mekanisme adsorpsi.
- 5) Absorpsi, yaitu proses solidifikasi bahan pencemar dengan menyerapkannya ke bahan padat
- 6) *Detoxification*, yaitu proses mengubah suatu senyawa beracun menjadi senyawa lain yang tingkat toksisitasnya lebih rendah atau bahkan hilang sama sekali.

Teknologi *solidikasi/stabilisasi* umumnya menggunakan semen, kapur ( $\text{CaOH}_2$ ), dan bahan termoplastik. Metode yang diterapkan di lapangan ialah metoda *in-drum mixing*, *in-situ mixing*, dan *plant mixing*.

c. *Incineration*.

Teknologi pembakaran (*incineration*) adalah alternatif yang menarik dalam teknologi pengolahan limbah. Insinerasi mengurangi volume dan massa limbah hingga sekitar 90% (volume) dan 75% (berat). Teknologi ini sebenarnya bukan solusi final dari sistem pengolahan limbah padat karena pada dasarnya hanya memindahkan limbah dari bentuk padat yang kasat mata ke bentuk gas yang tidak kasat mata.

Proses insinerasi menghasilkan energi dalam bentuk panas. Namun, insinerasi memiliki beberapa kelebihan di mana sebagian besar dari komponen limbah B3 dapat dihancurkan dan limbah berkurang dengan cepat. Selain itu, insinerasi memerlukan lahan yang relatif kecil.

Aspek penting dalam sistem insinerasi adalah nilai kandungan energi (*heating value*) limbah. Selain menentukan kemampuan dalam mempertahankan berlangsungnya proses pembakaran, *heating value* juga menentukan banyaknya energi yang dapat diperoleh dari sistem insinerasi. Jenis insinerator yang paling umum diterapkan untuk membakar limbah padat B3 ialah *rotary kiln*, *multiple hearth*, *fluidized bed*, *open pit*, *single chamber*, *multiple*

*chamber, aqueous waste injection, dan starved air unit.* Dari semua jenis insinerator tersebut, *rotary kiln* mempunyai kelebihan karena alat tersebut dapat mengolah limbah padat, cair, dan gas secara simultan.

## 5. Hubungan SPL dengan PLI

SPL (Sistem Pengelolaan Limbah) tidak sama dengan PLI (Pengelolaan Limbah Industri) seperti yang dibicarakan sebelum ini. Sistem Pengelolaan Limbah melibatkan banyak aspek. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan sistem. Ini adalah langkah awal pemikiran dalam ekologi industri.

Sementara itu, pengolahan limbah industri lebih kepada proses pengolahan limbah dengan segala mekanisme dan sarana yang sudah dibicarakan sebelum ini. Penulis percaya bahwa apabila tidak ada pendekatan sistem dalam mengelola limbah industri ini maka yang akan terjadi dan selalu berkembang adalah perlakuan untuk meniadakan limbah dari satu tempat dengan memindahkan atau mengonversi ke bentuk lain di tempat yang lain. Artinya belum menjamin sebuah sistem keseimbangan yang merupakan sasaran mendasar dari pengembangan ekologi industri.

Sistem pengelolaan limbah mestilah dilaksanakan oleh semua komponen dan melibatkan semua aspek. Peran pemerintah sebagai regulator, peran masyarakat sebagai kontrol sosial, dan peran lembaga swasta untuk pengembangan IPTEK dan lain-lain.

Pengolahan limbah pada industri, sebenarnya mutlak merupakan tanggung jawab perusahaan yang bersangkutan. Begitu juga terhadap kesehatan lingkungan dan keselamatan tenaga kerjanya, adalah tanggung jawabnya. Terutama menjaga agar jangan lingkungan luar menerima dampak dari proses industri yang dilakukan.

Akan tetapi SPL tidak cukup mengandalkan itu saja. Pendekatan sistem lebih kepada sebuah totalitas yang holistik dalam paradigma bagaimana ekologi industri bisa diterapkan di berbagai industri. Industri yang ramah lingkungan membentuk siklus perubahan materi dan energi membentuk keseimbangan ekosistem buatan (*artificial ecosystem*). Tentu semua pihak berkontribusi sesuai dengan perannya, dengan tujuan dan persepsi yang sama.

Apabila sektor industri telah menerapkan prinsip-prinsip Kesehatan dan Keselamatan Lingkungan (*Health Safety Environment*) pada lingkungan kerja khususnya, maka sistem pengelolaan limbah secara terintegrasi dan berkelanjutan sudah didekati. Karena kita jangan lupa, kontributor untuk pencemaran dan perusakan lingkungan, salah satunya ialah sektor industri. Sehingga, untuk implementasi Sistem Pengelolaan Limbah (SPL) akan bisa diwujudkan apabila Pengolahan Limbah Industri (PLI) sebagai salah satu komponen di dalam SPL telah berjalan optimal.

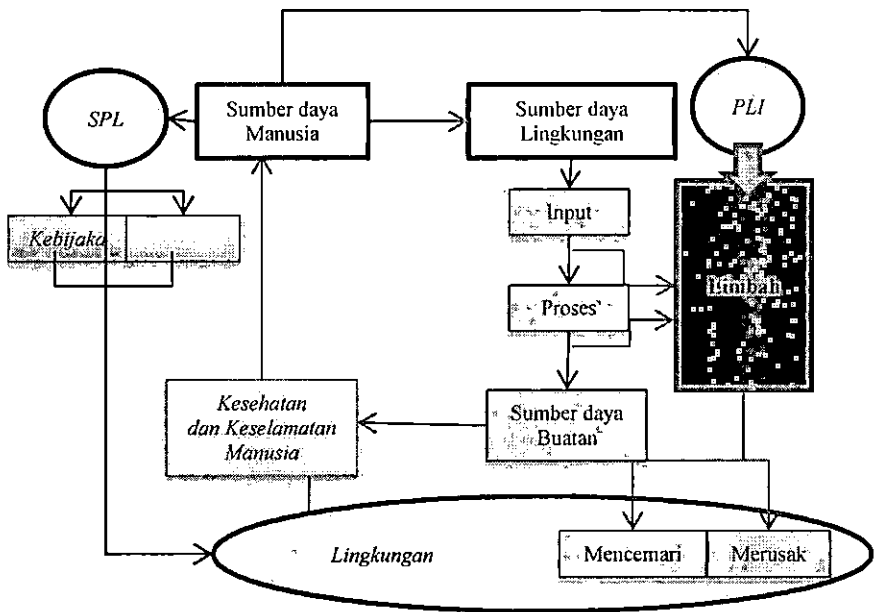
### **I. Manusia dan Industri dalam Perspektif Ilmu Lingkungan**

Dalam perspektif ilmu lingkungan, yang mengembangkan wawasan pelestarian fungsi lingkungan, tentu saja korelasi manusia sebagai salah satu komponen penyusun ekosistem, berperan dalam merencanakan lingkungan.

Tujuan ekonomis yang hendak dicapai, mesti berpijak pada prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Prinsip ini ialah mengoptimalkan titik temu antara kepentingan ekonomi dan ekologi. Peningkatan fungsi ekonomi seyogyanya tidak lantas menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan.

Salah satu peran manusia yang sampai hari ini telah mengubah/ merencanakan lingkungan yang terbesar ialah industrialisasi. Proses industri itu sendiri tak bisa dielakkan. Sehingga manusia hanya bisa melakukan pengelolaan limbah. Alah satu Sistem Pengelolaan Limbah (SPL) pada suatu wilayah yang dalam lingkungannya terdapat industri, ialah dengan melaksanakan Pengolahan Limbah Industri (PLI).

Pengolahan limbah industri, sebenarnya tidak hanya memberikan dampak terhadap lingkungan eksternal (di luar lingkungan industri) akan tetapi, yang paling penting dan menentukan ialah keselamatan dan kesehatan lingkungan internalnya. Bagaimana korelasi antara manusia, proses industri dan kaitannya terhadap kesehatan dan keselamatan manusia dan lingkungannya, dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12. Ilustrasi Manusia dan Industri dalam Perspektif Ilmu Lingkungan.**

Dari Gambar 12 terlihat betapa korelasi tidak terputus antara komponen sumber daya manusia, dengan lingkungannya. Bahwa kemudian lingkungannya akan sangat dipengaruhi oleh adanya limbah yang dihasilkan oleh setiap proses di dalam dimensi industrialisasi. Panah merah menyatakan bahwa implikasi dari proses industri (input dan proses) untuk menghasilkan sumber daya buatan akan menghasilkan dampak berupa limbah yang dinyatakan dengan panah merah mencemari dan merusak.

Lingkungan yang telah tercemar dan terusak, akan serta merta memberikan dampak langsung pada manusia. Dampak pada manusia, tentu saja berupa kesehatan dan keselamatan yang tidak berada dalam posisi aman lagi. Tentu saja digambarkan oleh panah biru kondisi ini berarti mempengaruhi sumber daya manusia pada lingkungan tertentu.

Sumber daya manusia, sesuai dengan kodratnya, akan senantiasa memanfaatkan sumber daya lingkungan. Hal ini digambarkan oleh panah yang menghubungkan antara sumber daya manusia dengan sumber daya

lingkungan. Dengan kata lain, apabila manusia yang terancam oleh lingkungannya tadi, tidak segera melakukan pengelolaan, maka siklus degradasi lingkungan dan manusia akan tetap berjalan.

Panah yang mengarah dari sumber daya manusia menuju lingkaran PLI (Pengolahan Limbah Industri) adalah langkah bijak dan yang semestinya dilakukan. PLI terhadap limbah dalam kotak merah, segera terkontrol dan tidak lagi merusak dan mencemari. Begitu idealnya. Hal yang ideal ini bisa dicapai apabila diterapkan prinsip keseimbangan ekosistem alami, ke dalam sistem industri.

Manusia dengan kecerdasannya, dan dengan arif mengeluarkan kebijakan dan sentuhan IPTEK untuk melakukan Sistem Pengelolaan Limbah (SPL). Tentu saja perlakuan yang tersistematis dan menyeluruh ini, dilakukan pada lingkungan makro dan mikro. Panah hitam adalah garis yang ideal yang kita harapkan.

SPL dan PLI adalah dua hal yang merupakan buah karya terbesar manusia juga beriringan dengan industrialisasi yang telah lama menjadi kebanggaan manusia dan peradabannya. Dengan demikian, kualitas sumber daya manusia akan tetap senantiasa meningkat, beriringan harmonis dan serasi dengan peningkatan sumber daya lingkungan. Bukankah itu yang kita inginkan?

Sedikit renungan buat manusia, bahwa Yang Maha Berkuasa telah memberi pesan, tentang peran manusia sebagai *Khalifah* dengan hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut. Seyogyanya, kita tetap berpegang teguh pada fungsi dan peran tersebut. Amin.

# BAB V

## PERTUMBUHAN EKONOMI DAN NILAI LINGKUNGAN

Pertumbuhan ekonomi adalah suatu konsekuensi hidup manusia. Setiap individu menuntut pertumbuhan ekonominya dalam kehidupan. Bahkan setiap negara dalam tatanan internasional juga berlomba meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Sehingga penghitungan kemakmuran suatu negara rata-rata diukur dengan cara penghitungan berdasarkan pada standard ekonomi.

Hal ini juga diperkuat dengan adanya paradigma bahwa manusia adalah sebagai makhluk ekonomi. Artinya manusia dalam hidupnya selalu melakukan aktivitas ekonomi secara fitrah dan berlangsung sejak dulu kala sampai hari ini dan sampai nanti. Ini dipahami oleh manusia, khususnya para penganut paham ekonomi klasik dengan prinsip teori dengan usaha yang sekecil mungkin untuk mendapatkan keuntungan yang besar.

Benarkah demikian idealnya?

Kalau dulu mungkin bisa diterima, tatkala populasi manusia masih sedikit sementara sumber daya lingkungan tersedia lebih banyak. Manusia mudah menghabiskan sumber daya karena di tempat lain masih tersedia dan melimpah. Ketika manusia pindah ke tempat baru untuk eksploitasi sumber daya yang sama, sementara itu alam melakukan keseimbangan dan suksesi di lokasi yang lama. Hal ini berlangsung beberapa dekade peradaban, dan dikenal dengan istilah *nomaden* kala itu.

Tapi, untuk sekarang, hal ini sudah tidak bisa lagi diterapkan. Karena populasi sudah sedemikian banyak, bahkan banyak kalangan yang menyatakan kekhawatirannya bahwa sudah seimbang lagi antara bumi tempat tinggal manusia ini dengan jumlah manusia. Bumi dengan segala keterbatasan ruang dan sumber dayanya ini, tak akan sanggup menghidupi manusia apabila populasi manusia meningkat terus dan bersikap serakah untuk satu waktu saja demi kepentingan ekonominya.

Oleh karena itu, diperlukan suatu paradigma yang hendaknya mampu menjawab persoalan-persoalan ekonomis sekaligus permasalahan lingkungan hidup. Paradigma ini, dalam Ekologi Industri tentu mengacu pada prinsip-prinsip ekologi yang akan bekerja pada dunia industri.

#### **A. Manusia Sebagai Makhluk Ekonomi**

Manusia dalam kehidupannya membutuhkan sandang, pangan, papan dan kepuasan lain. Oleh karena itu, dengan akalnya manusia menentukan tujuan, memilih cara dan selanjutnya mengkonsumsi sekaligus membuang limbah dari dirinya sendiri untuk masuk ke dalam lingkungan. Begitulah manusia secara individu dan komunal, sampai pada suatu tatanan komunitas dan terakhir suatu bangsa.

Perilaku yang demikian dalam aktivitas ekonomi dijelaskan oleh teori ekonomi mikro bahwa manusia harus mendapatkan sesuatu untuk kelangsungan hidupnya. Sesuatu itu disebut barang dan jasa ekonomi. Didapatkan dengan suatu cara yang mana melahirkan pola hidup, disebut aktivitas ekonomi. Ada yang berperan sebagai produsen, sebagai konsumen saja, dan ada pula yang berperan dalam hal distribusi. Sebenarnya pola dan struktur ini, tak ubahnya seperti struktur yang ada di dalam ekosistem alam bukan?

Pada aktivitas yang dijalankan oleh manusia sebagai makhluk ekonomi, sesuai dengan peran masing-masing di dalam sistem ekonomi makro, tersebut terdapat (1) proses produksi, (2) proses distribusi dan (3) konsumsi. Tapi sayang sekali dalam teori ekonomi klasik tidak dibicarakan limbah yang dihasilkan dan ikut serta di masing-masing tahapan aktivitas ekonomi tersebut.

Ekonomi yang khusus memasukkan sumber daya lingkungan sebagai bahan kajian yang mesti dikelola dengan penerapan prinsip-prinsip ekonomi guna meningkatkan taraf kehidupan manusia yang bersandar pada keseimbangan lingkungan pun muncul kemudian, yaitu Ekonomi Lingkungan, dan Ekonomi Sumber Daya Alam. Melalui disiplin ilmu baru inilah kajian lingkungan dalam pertumbuhan ekonomi diperhitungkan.

Ekonomi Lingkungan percaya bahwa untuk kesejahteraan manusia maka manusia tidak bisa hanya mengandalkan dan mengedepankan fungsi ekonomisnya saja, karena lingkungan sebagai sumber daya mempunyai

keterbatasan, akan tetapi memerlukan pengelolaan sehingga keterbatasan itu tidak berakibat secara spontan pada kelangkaan. Konsep dasar dari Ekonomi Lingkungan adalah memandang lingkungan sebagai sumber daya lingkungan yang di dalamnya terjadi (1) keseimbangan materi, (2) analisis biaya dan manfaat, (3) perlindungan lingkungan. Untuk menuju pada konsep itu maka diterapkan prinsip ekonomi yaitu (1) teori produksi, (2) teori konsumen dan (3) teori kesejahteraan. Dengan kata lain, prinsip ekonomi diterapkan pada lingkungan hidup, sehingga pengelolaan lingkungan hidup mutlak diperlukan. Keseimbangan materi di alam, dianalisis dengan biaya dan manfaat serta sekaligus melakukan perlindungan lingkungan.

Dengan demikian, dapat diterima bahwa di samping manusia sebagai makhluk ekonomis, tapi melalui perkembangan akal budinya ia juga merupakan makhluk ekologis. Kesadarannya semakin tinggi bahwa sumber daya lingkungan itu pun memuat asas dan prinsip yang perlu dikelola dengan bijaksana. Salah satunya adalah dengan upaya perlindungan dan pengelolaan, dengan menerapkan banyak disiplin ilmu.

Akal saja, akan menggiring pada keserakahan, dan bersifat sesaat, tanpa memikirkan generasi berikut yang akan hidup di bumi yang sama. Tetapi dengan akal budi, maka manusia ternyata tidak hanya sebagai makhluk ekonomi belaka. Ia juga menjadi berperan dalam mengelola alam. Karena ia juga makhluk ekologi. Apa yang terjadi jika kita tidak akui bahwa manusia adalah makhluk ekologi? Maka kita akan dihadapkan pada derajat penurunan nilai lingkungan.

## **B. Derajat Penurunan Nilai Lingkungan**

Penurunan derajat lingkungan berarti bisa dipandang paling tidak berdasarkan 2 (dua) sudut pandang. Sudut pandang pertama berdasar pada pandangan nilai ekonomis, bahwa benda yang dipakai akan mengalami penyusutan. Penyusutan terjadi pada kualitas maupun kuantitas. Begitu juga dengan sumber daya lingkungan. Eksploitasi pasti secara linear akan menghabiskan sumber daya sampai mencapai titik nol. Perlahan nilai ekonomi yang ada pada lingkungan pun berkurang seiring waktu.



Sisi pandang ke dua dengan menggunakan sudut pandang ekologis. Di mana di dalam prinsip Ekologi dan Ilmu Lingkungan, terdapat 5 (lima) asas lingkungan. Kelimanya itu ialah:

1. Materi, energi, ruang dan waktu dan keanekaragaman adalah sumber daya lingkungan yang sudah tersedia di alam melalui sistem alamiah, yang seimbang dan membentuk siklus yang lestari.
2. Setiap proses yang terjadi di suatu lingkungan, terdapat tingkat optimum yang menyuplai sumber daya alam.
3. Alam bermekanisme dalam keseimbangan menuju peningkatan efisiensi energi yang memungkinkan terjadinya keanekaragaman materi
4. Pada sistem lingkungan, sub sistem yang sudah stabil akan mengeksploitasi sub sistem yang belum stabil. Hal ini berlandas pada pendekatan sistem dan interaksi yang terjadi
5. Derajat pada keteraturan turun naiknya populasi tergantung pada jumlah keturunan dalam sejarah populasi sebelumnya. Hal ini akan tetap memberikan pengaruh pada populasi tersebut di masa mendatang.

Ke 5 (lima) asas itu semuanya mengisyaratkan terjadinya penurunan nilai lingkungan. Secara rinci kajian dalam bentuk nilai (*value*) lingkungan secara khusus dan mendalam dipelajari di Ekonomi Lingkungan. Tapi paling tidak kita bisa memahami bahwa lingkungan itu mempunyai asas yang memungkinkan lingkungan akan segera senantiasa menuju titik minimum dalam hal materi dan energi.

Dalam kajian Ekologi dan Ilmu Lingkungan hal ini bisa diidentifikasi dari fakta terjadinya penurunan keanekaragaman hayati dan punahnya beberapa habitat tempat makhluk hidup tertentu berkembang. Hal ini berkaitan langsung secara ekonomis jika dipandang sebagai nilai lingkungan. Dengan demikian sedikit sudah dipahami bahwa sebenarnya antara ekonomi dan ekologi itu tidak bisa dipisahkan bagi kepentingan manusia dalam menjalankan kehidupannya. Kehidupan yang dimaksud bukanlah kehidupan hari ini, tahun ini dan abad ini saja. Karena populasi manusia selalu ada di muka bumi.

### **C. Paradigma Baru: Manusia sebagai Makhluk Ekologis**

Suatu paradigma yang penulis tawarkan di sini ialah bahwa manusia pada dasarnya merupakan makhluk ekologis. Sebagai makhluk ekologis, maka paradigma yang ada ialah bagaimana manusia menghilangkan keangkuhannya terhadap penguasaan dan pengurusan sumber daya alam. Karena sebagai makhluk ekonomi, ia juga makhluk ekologi.

Fungsi manusia di tengah lingkungan hidupnya bukan sekadar memenuhi kebutuhan hidupnya saja, tapi ia juga memikirkan kehidupan makhluk hidup lainnya, karena sebagai salah satu komponen ekosistem di alam, manusia dalam hal fungsi dan peran tentu tak berbeda dengan makhluk lain. Sama-sama berfungsi sebagai pembentuk keseimbangan dan sama-sama menjalankan peran untuk terjaminnya keseimbangan yang optimal sepanjang masa.

Pada dasarnya, dalam hal aplikasi dan implementasi di tataran ilmiah dan cendekiawan cara pandang ini sudah ada. Tetapi persoalan lingkungan tentu tidak bisa dituntaskan oleh sekelompok orang saja, sehingga diperlukan cara pandang yang sama bagi setiap orang. Kita menyadari hal ini tak mudah, tapi bukan tidak mungkin. Negara lain, misalnya sebutlah negara yang sudah maju tanpa suatu nilai yang bersandar pada kearifan lokal warisan nenek moyangnya, dan bahkan ada yang tanpa suatu agama yang dianut mengapa bisa melakukan hal yang demikian?

Inilah tanggung jawab kita bersama.

# BAB VI

## PARADIGMA EKOLOGI VS INDUSTRI

### A. Pendahuluan

Kata “paradigma” sering dianalogikan dengan “sudut pandang”. Sebenarnya yang lebih identik dengan sudut pandang dalam bahasan ilmiah adalah kata “perspektif”. Perspektif bisa diartikan sebagai sudut pandang tertentu untuk mendekati objek. Pendekatan disebut, karena kebenaran realitas ilmu harus diakui adalah relatif, sehingga digunakan kata “pendekatan” atau berarti mendekati kebenaran dari objek tersebut.

Apabila objek yang dipandang, atau didekati dari sisi tertentu kemudian ditafsirkan oleh seseorang berdasarkan hasil olah pikirnya, maka itu diistilahkan dengan “persepsi”. Persepsi menentukan pengambilan keputusan seseorang terhadap sesuatu yang akan dia lakukan. Persepsi seseorang terhadap lingkungan yang merupakan suatu sumber daya yang harus dieksploitasi maka menyebabkan ia akan melakukan eksploitasi besar besaran terhadap sumber daya alam, karena begitulah ia memersepsikan sumber daya lingkungan terpisah dengan tujuan ekonominya. Tapi belum tentu itu bisa disebut sebagai “paradigma”. Lantas apakah sebenarnya maksud dan batasan paradigma itu?

Kata “paradigma” berasal dari kata serapan yang berasal dari Bahasa Inggris yaitu *paradigm* (*baca: peredeim*). Adapun makna leksikologinya dapat dilihat pada Kamus Bahasa Inggris – Bahasa Indonesia yang diterjemahkan sebagai pola, atau model. Pola atau model bisa kita artikan sebagai sesuatu yang merupakan cetakan. Cetakan itu akan menentukan apa yang dibuat, bagaimana membuat dan apa hasil yang akan terbuat. Itulah paradigma.

Paradigma adalah sebuah konsep yang lebih dari sekadar *mindset*, karena paradigma sampai pada tataran perilaku. Pola perbuatan yang lahir dari sebuah model berfikir, akan menentukan sebuah pola perbuatan. Pola perbuatan itu dilakukan berulang ulang.

Selanjutnya, ditinjau dari makna gramatikalnya, ternyata kata paradigma telah mengalami perluasan makna. Sudah banyak digunakan secara eksklusif. Di bidang keilmuan, kata paradigma pun sudah populer dan sering digunakan sebagai alat untuk mengkaji dan menelaah suatu konsep.

Dengan demikian, dipahami bahwa kata paradigma sudah mengalami kekhususan makna sesuai dengan kata yang mengikutinya. Kata yang mengikuti “paradigma”, berarti objek yang sedang dirujuknya, dan mempunyai pengertian khusus tergantung objek tersebut. Selanjutnya juga tergantung pada ranah apa objek tersebut. Apakah di ranah keilmuan atau bahasa populer (Dewata & Danhas, 2018).

Ilmuwan yang pertama kali menggunakan istilah *Paradigma* dalam ilmu pengetahuan ialah Thomas Kuhn. Di mana ia mendefinisikan paradigma sebagai *suatu pandangan yang mendasar terhadap apa yang menjadi pokok persoalan dari suatu cabang ilmu*. Saat itulah dalam perkembangan *literature* ilmiah selanjutnya, kata paradigma muncul sesuai dengan objek yang akan didalami.

Pengertian selanjutnya ialah bahwa paradigma merupakan pola atau model bagaimana sesuatu distruktur (bagian dan hubungannya) dan bagaimana bagian-bagian tersebut berfungsi (objek di dalamnya memiliki konteks khusus atau dimensi waktu). Pengertian inilah yang akan kita gunakan dalam sub bab ini. Implikasinya ialah bagaimana pencemaran lingkungan itu distruktur dan bagaimana bagian-bagian di dalamnya itu berfungsi.

Artinya, penggunaan kata paradigma telah digunakan dalam keilmuan sebagai suatu cara pandang yang komprehensif dan mendasar sehingga mengkaji objek itu secara struktural dan menjelaskan bagaimana bagian-bagian yang menyusunnya itu berfungsi (terkait secara fungsional). Hal ini berarti, tidak sekadar sudut pandang.

## **B. Paradigma Lama**

Paradigma lama berarti suatu model dalam berpikir dan lahir dalam pola perbuatan manusia sebelum ini. Terhadap apakah itu? Sesuai kajian kita kali ini maka model berfikir dan pola perilaku manusia sebelumnya pernah dan lazim membandingkan antara lingkungan dengan tuntutan

ekonomi itu berlawanan. Artinya karena kepentingan melestarikan lingkungan maka pertumbuhan ekonomi menjadi terhalang. Paradigma ini melahirkan sikap hidup yang menentang terhadap setiap upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

Catatan sejarah bahwa di dekade 70-an gerakan untuk perjuangan perlindungan dan pelestarian lingkungan menjadi aneh di kalangan tertentu terutama para pengusaha sumber daya alam. Sederhananya mereka berfikir bahwa pelestarian lingkungan merupakan langkah untuk menjegal pertumbuhan ekonomi. Sementara itu, pertumbuhan ekonomi diakselerasi oleh dunia industri. Akhirnya lahirlah suatu paradigma bahwa Ekologi itu, berlawanan dengan industri.

Kajian yang pernah dilakukan Todaro & Smith (2010) mengungkap bahwa perbedaan antara dua kubu yang satu yang berpihak pada lingkungan dan yang satunya lagi bersikutat hendak melakukan pertumbuhan ekonomi dengan eksploitasi sumber daya lingkungan telah menghantarkan kepada terjadinya kesenjangan sosial, dan kemiskinan.

Cara pandang yang mempersatukan antara fungsi ekologis dengan fungsi ekonomis inilah yang seharusnya menjadi sebuah paradigma. Bukan sebatas wacana dan konsep belaka, atau hanya sebatas pembicaraan dan diskusi ilmiah di ruang kuliah di kalangan ilmuwan.

### **C. Ekologi dan Sumber Daya Lingkungan serta Ekonomi**

Bagaimana mungkin kita memandang secara parsial antara fungsi ekologis yang mendasari keseimbangan dan pelestarian lingkungan dengan pertumbuhan ekonomi, sementara sumber daya lingkungan itu ada dalam struktur dan prinsip yang ada di dalam ekologi. Artinya, jika manusia membutuhkan sumber daya lingkungan untuk kebutuhan industri maka sekaligus ia harus memandang prinsip ekologi di dalamnya.

Cara pandang yang demikian seyogyanya menghasilkan suatu paradigma yang menyatukan secara holistik antara ekologi dengan industri sebagai sebuah kesatuan yang terintegrasi dan berinteraksi kuat, tak terpisahkan baik secara teoritis maupun terapannya.

Jika dipahami bahwa sumber daya lingkungan itu memuat prinsip dan asas ekologi, maka kata ekologi selanjutnya mempunyai makna implisit terhadap sumber daya alam dan segala manfaatnya, sekaligus

upaya pelestarian lingkungan itu sendiri. Artinya tidak bisa dipisahkan antara keduanya. Dirujuk yang dikemukakan oleh Kristanto (2000) bahwa ekologi dan ekonomi mempunyai banyak persamaan. Menurutnya, perbedaan antara ekologi dan ekonomi terletak bahwa pada ekologi mata uang yang dipertukarkan atau digunakan bukan dalam bentuk rupiah atau *dollar* tetapi dalam bentuk materi, energi dan informasi. Ditegaskannya bahwa ekologi adalah sistem ekonomi yang bekerja di alam secara alamiah.

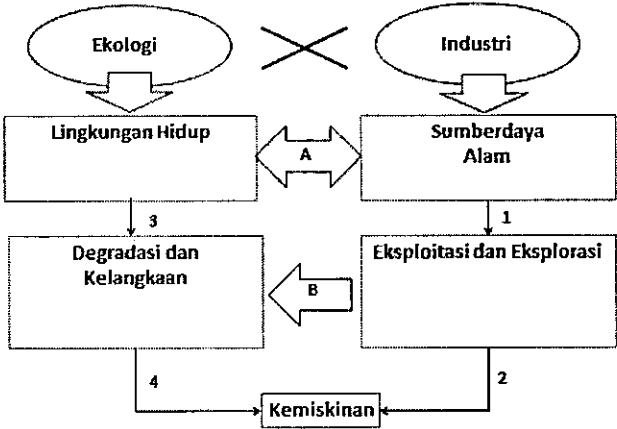
#### **D. Dilematik Industri**

Dunia industri seolah dihadapkan pada dua sisi yang berlawanan. Tujuannya untuk pertumbuhan ekonomi memang diharapkan akan tetapi dalam mekanismenya ia sekaligus merusak keseimbangan alam. Jika hal ini selalu diperdebatkan dan dipertanyakan maka selamanya negara berkembang atau terkebelakang akan tetap menjadi negara yang tidak pernah maju. Karena mereka sibuk dengan perbuatan perusakan dan pencemaran, meningkatkan pertumbuhan ekonomi selanjutnya hasil pertumbuhan ekonomi itu digunakan untuk kembali merawat dan memulihkan sumber daya alamnya.

Oleh karena itu, dari prinsip Ekologi dan dunia industri yang sudah kita pelajari setidaknya kita sudah bisa menerima bahwa sebenarnya dilema itu terjadi karena pemikiran dan pemahaman manusia saja yang keliru selama ini. Dilema menjadi ada karena cara pandang yang terpisah antara satu komponen dengan komponen yang lainnya. Mari kita gunakan paradigma yang mempersatukan antara ekologi dengan ekonomi. Penyatuannya ini bukan dalam makna kata atau literal, melainkan merujuk pada makna aktivitas yang ada atau melekat pada masing-masing kata tersebut. Apabila ekonomi yang dalam hal ini adalah industri disatukan dengan ekologi, maka istilah dilematik industri tidak akan pernah ada lagi kedepannya.

Secara ilustrasi dapat kita cermati bahwa pertentangan antara ekologi dengan dunia industri yang didewakan di dalam pencapaian ekonomi untuk kesejahteraan tanpa adanya perlakuan yang lebih bijaksana ke depan justru akan memberikan keterpurukan pada umat manusia di bumi. Sementara satu dekade menikmati hasil secara ekonomis

hanya terjadi pada satu pihak, tapi setelah itu harus dibayar mahal dampaknya oleh semua pihak. Apapun tindakan untuk mengatasi permasalahan lingkungan karena aktivitas industri selalu menuntut biaya dan waktu yang tak sedikit. Sumber daya yang telah dikuras selama ini harus dibayar kembali. Secara sederhana, bagaimana pertentangan antara ekonomi berupa industri dan ekologi, disajikan pada Gambar 13 berikut.



Gambar 13. Ekologi versus Industri dan Akibatnya

Pada Gambar 13 terlihat cara pandang yang memisahkan dan menganggap pertentangan (*versus*) antara ekologi dengan industri. Terlihat anak panah dimulai dari (1) di mana industri yang bersandar pada sumber daya alam, lalu mengakibatkan terjadinya eksploitasi (penguasaan sumber daya) dan eksplorasi (penambangan). Selanjutnya (2) menimbulkan kesenjangan ekonomi dan yang akan terjadi adalah meningkatnya jumlah penduduk miskin.

Di sisi lain, pada sisi pandang fungsi ekologi yang terjadi adalah lingkungan hidup dituju oleh panah A yang menandakan sumber daya lingkungan terusik tanpa adanya kebijaksanaan dari keseimbangan ekosistem. Sekuat apapun perlawanan dari pihak yang melindungi lingkungan mereka akan tetap kalah karena mereka berhadapan dengan orang-orang yang mengatasnamakan kepentingan ekonomi. Kondisi ini akan mengakibatkan (4) degradasi dan kelangkaan.

Panah B menunjukkan bahwa industri yang tidak berpihak pada ekologi akan mendapatkan langkanya sumber daya lingkungan. Hal ini akan mengakibatkan industri tersebut berakhir dengan kemiskinan. Pada situasi degradasi lingkungan dan kelangkaan maka biaya produksi semakin tinggi karena biaya operasional pun meningkat. Daya beli konsumen tidak bisa disebut tinggi dalam situasi sulit begitu. Muara dari pertentangan yang diciptakan itu adalah kemiskinan. Kemiskinan sering dikenal dengan istilah *poverty trap*. *Poverty trap* adalah sebuah perangkap kemiskinan di mana terjadi perputaran siklus yang itu ke itu saja atau disebut pula dengan rantai kemiskinan. Awalnya adalah karena kerusakan lingkungan yang mengakibatkan daya dukung dan daya tampung tidak lagi ideal bagi kehidupan manusia.



# BAB VII

## PARADIGMA EKOLOGI INDUSTRI

### A. Tinjauan Keilmuan

Secara *ontologisnya*, Ekologi Industri dijelaskan oleh Allenby (2006) bahwa Ekologi Industri merupakan salah satu dari sejumlah bidang studi baru, seperti 'kimia hijau' atau 'ekonomi ekologi', yang telah menjangkau berbagai disiplin ilmu, baik dalam nama maupun substansi. Memang hal ini menimbulkan sejumlah masalah bagi praktisi, termasuk untuk menjawab pertanyaan yang sulit mengenai “batasan dan konten di lapangan” (kapan sesuatu dianggap sebagai ranahnya 'ekologi industri' dan kapan pula itu menjadi ranah dari ilmu lain seperti ekologi atau ilmu lingkungan, ataupun teknik industri dan teknik lingkungan).

Tapi di luar itu semua, pada prinsipnya Ekologi Industri dipahami sebagai satu disiplin ilmu yang melibatkan interaksi dari berbagai ilmu lain, dan bersifat eksklusif. Artinya, dalam kombinasi dan sintesis yang dihasilkan baik dalam konsep maupun metodologinya, ia menjadi berbeda dengan yang lain, sehingga batasan dan konten di lapangan akan segera terdeteksi untuk dijadikan kajian dan ranahnya Ekologi Industri. Pada prinsipnya, secara substansial dalam konsep pembangunan berkelanjutan, Ekologi Industri merupakan salah satu pendekatan yang utama yang memuat prinsip ekonomi lingkungan dan industri hijau.

Ekologi Industri adalah suatu pendekatan sistem yang menginteraksikan antara sistem ekologis dengan industri, mempelajari aliran material dan energi serta transportasinya, berorientasi pada masa depan, suatu perubahan dari proses linier ke proses siklus, menekankan keharmonisan yang mengintegrasikan aktivitas industri dalam sistem ekologi dan memiliki gagasan untuk membuat sistem industri menjadi lebih efisien serta berkelanjutan secara alami (Allenby, 2006). Sebagai ilmu, Ekologi Industri merupakan suatu pendekatan manajemen lingkungan di mana suatu sistem industri tidak dilihat secara terpisah dengan sistem sekelilingnya tetapi merupakan bagian utuh yang saling

mendukung dalam rangka mengoptimalkan siklus material ketika suatu bahan baku diproses menjadi produk.

Manahan (1999) menyatakan bahwa Ekologi Industri yaitu suatu sistem yang digunakan untuk mengelola aliran energi atau material sehingga diperoleh efisiensi yang tinggi dan menghasilkan sedikit polusi. Memang banyak ahli yang telah memberikan batasan dan pengertian yang merujuk pada lingkup Ekologi Industri sebagai sebuah ilmu, tapi tidak ada yang berbeda dalam hal substansi yang memuat tujuan dan metode serta prinsip dari Ekologi Industri tersebut.

Ekologi Industri secara epistemologi memuat metode dan langkah ilmiah dan empiris sesuai dari disiplin ilmu yang digunakan yang berada di dalamnya. Metodologi dalam Ekologi Industri berdasar pada prinsip-prinsip ekologi dan ilmu lingkungan. Richards and Furreton (1997) sebenarnya telah meletakkan dasar riset dan pengembangan ilmu di dalam Ekologi Industri dengan menyatakan bahwa yang menjadi dasar utama di dalam ekologi industri adalah metabolisme industri.

Istilah metabolisme industri adalah hal yang baru di kala itu, tetapi terjelaskan secara substansial melalui disiplin ilmu biologi sebagai induk dari ekologi. Menurutnya, metabolisme industri itu merupakan keseluruhan aliran material dan energi yang ada dalam sistem industri. Di sini sudah digunakan pula kata sistem industri, yang berarti industri tidak dipandang sebagai satu unit entitas dan proses, melainkan merupakan sebuah sistem.

Dalam hal penerapan dan tujuan Ekologi Industri yang dapat dipandang sebagai *aksiologis* dari Ekologi Industri tersebut, Allenby (2006) mengemukakan agar manusia dapat bebas dan secara rasional mendekati dan memelihara apa yang diinginkannya sesuai dengan kemampuannya, memberikan keberlanjutan secara ekonomi, budaya dan perubahan teknologi. Faktor-faktor yang dioptimalkan tersebut terdiri dari sumber daya, energi dan modal.

Kata-kata “bebas dan rasional” mengandung makna implisit bahwa dari sudut keilmuan, baik itu secara ontologis, epistemologi dan aksiologinya, Ekologi Industri merupakan multidisiplin, yang meliputi ilmu-ilmu dasar untuk mempertimbangkan serta mewujudkan keberlanjutan global, dan bukan merupakan suatu hal yang tidak terencana

atau pun menimbulkan biaya yang besar yang pada akhirnya hanya menimbulkan bencana. Sedangkan kata “diinginkan” memungkinkan sesuatu yang lain dari potensi teknologi, budaya dan bentuk pengelolaan ekonomi seperti yang diinginkan. Demikianlah penjelasan tentang Ekologi Industri dari tinjauan keilmuan.

## **B. Konsep Ekologi Industri**

Berdasarkan pada tinjauan keilmuan, dapat diuraikan beberapa konsep yang ada di dalam Ekologi Industri. Konsep inilah yang dapat secara tegas membedakan Ekologi Industri dengan ilmu-ilmu lain. Konsep tersebut berupa:

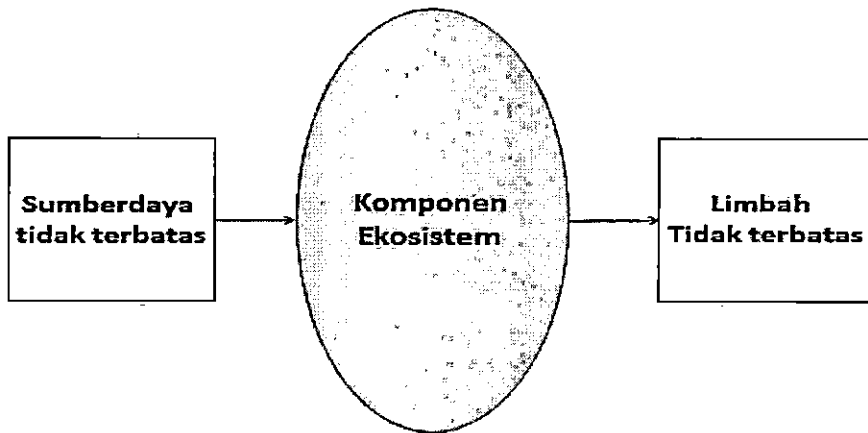
1. Analisis Sistem (*system analysis*)
2. Transformasi dan aliran material dan energi
3. Pendekatan multidisipliner (*multidispliner approach*)
4. Analogi pada sistem keseimbangan ekosistem alamiah
5. Bergerak dari sistem linear (terbuka) menuju ke sistem siklus (tertutup)

Dalam hal metodologi dan aplikasinya, selanjutnya dijelaskan oleh Lifset dan Graedel (2008) bahwa Ekologi Industri memiliki beberapa aspek analisis. Artinya, aspek inilah yang menjadi epistemologi dalam hal pengembangan ilmu ekologi industri ke depan. Dengan kata lain, aspek ini bisa disebut sebagai karakteristik dari ekologi industri. Menurutnya, terdapat 6 (enam) karakteristik dalam metodologi dan aplikasi ekologi industri, yaitu:

1. Analogi Biologi.

Industri dibangun dan dikembangkan menyerupai prinsip-prinsip ekosistem. Di mana dalam ekosistem alamiah, terdapat perubahan materi dan energi.

Berdasarkan tipologi ekosistem, dijelaskan bahwa pada keseimbangan alam terdapat tipe I, II dan III. Karakteristik pertama ini disajikan pada Gambar 14 berikut.

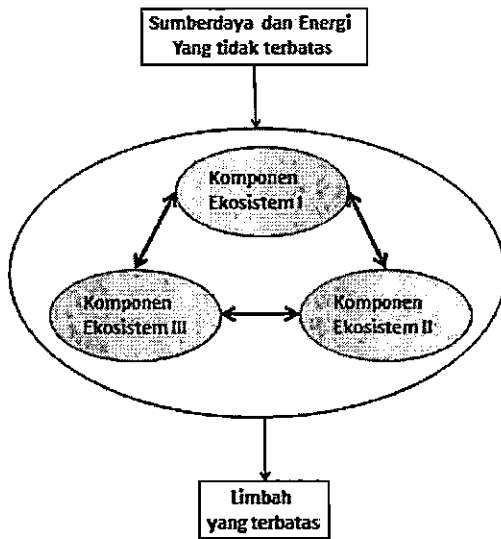


**Gambar 14. Ekologi Tipe I: Aliran Materi Secara Linear**

Tipe Ekologi dibedakan dalam bentuk I, II dan III. Pada Tipe I terjadi peristiwa di mana dalam sebuah ekosistem masuknya sumber daya dan energi yang tidak terbatas. Selanjutnya ekosistem akan melepaskan pula limbah ke dalam lingkungan luarnya. Pada peristiwa ini, terjadi proses aliran masuk dan keluar secara linear. Kenapa demikian? Karena tipe I ini terdiri atas satu komponen ekosistem.

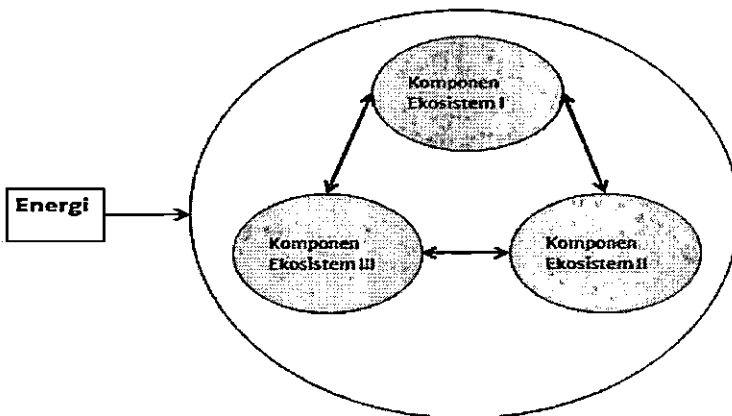
Pada tipologi II, terlihat pada Gambar 15, bahwa yang terjadi tidak merupakan linear dan juga belum berupa siklus yang sempurna. Pada tipe II ini disebut telah terjadi sistem quasi siklus. Di mana sumber daya (materi) dan energi yang tidak terbatas masuk sebagai *inputs* bagi suatu ekosistem dan limbah yang dikeluarkannya, atau yang masuk ke dalam lingkungan luarnya sudah berada dalam jumlah yang terbatas.

Terjadinya jumlah limbah (keluaran) yang sudah terbatas ini, ialah karena telah dimanfaatkan sebagian dalam siklus pada ekosistem I, II dan III yang tampak pada lingkaran di tengah. Dengan kata lain, pada tipe II ini, komponen ekosistem sudah lebih dari satu dan melakukan interaksi dan siklus materi dan energi.



**Gambar 15. Ekologi Tipe II: Aliran Materi Secara Quasi Siklus**

Berbeda pada Tipe III, yang terlihat pada Gambar 16. Dalam hal ini, sudah terbentuk siklus sempurna keseimbangan material di dalamnya. Hal ini dimungkinkan karena kematangan dari interaksi yang berangkat dari tipe II sebelumnya. Sehingga sudah tidak ada lagi limbah yang dibuang ke luar sistem. Tetapi tetap memanfaatkan energi dari luar sistemnya.



**Gambar 16. Ekologi Tipe III: Aliran Materi Secara Siklus**

## 2. Menggunakan pendekatan sistem

Pendekatan sistem merupakan metode yang ada pada Ekologi Industri, di mana terdapat 4 hal yaitu (1) menggunakan pendekatan jaringan kehidupan di alam, (2) Menggunakan analisis terhadap aliran materi dan energi, (3) menggunakan sistem permodelan dan (4) melakukan analisis dengan multidisiplin serta interdisiplin ilmu.

Pendekatan sistem merupakan hal yang mutlak dalam metodologi pada Ekologi Industri, karena seperti terlihat pada Gambar 17 dalam analogi biologi atau tepatnya sistem ekologi, memang yang terjadi dan terbentuk adalah sebuah sistem yang mana di dalamnya terdapat beberapa komponen ekosistem di alam. Seperti yang telah dipelajari di Bab II Prinsip Prinsip Ekologi bahwa kaidah yang ada pada Ekologi diikuti dalam Ekologi Industri ini.

## 3. Perubahan teknologi

Karena Ekologi Industri merupakan sebuah paradigma baru dalam dunia industri, maka teknologinya pun memang harus berubah. Perubahan teknologi tersebut secara esensi terletak pada orientasinya yang berusaha meminimalisasi dampak kegiatan industri terhadap lingkungan.

## 4. Peran dari gabungan industri

Dengan adanya perusahaan-perusahaan industri yang bergabung, maka terdapat penegakan hukum terhadap lingkungan. Karena perusahaan industri tersebut telah membentuk satu sistem dengan perusahaan industri lain.

Sehingga apabila satu perusahaan yang bergerak di bidang sektor primer yang menguras sumber daya alam maka perusahaan industri yang lain akan memberikan sanksi dalam hal pertukaran materi dan energi.

## 5. Efisien materi

Dalam sebuah sistem industri yang mengikuti asas ekoindustri maka secara langsung akan melakukan efisiensi materi yang digunakan untuk input dan prosesnya. Tentu saja demikian karena telah terjadi interaksi dengan industri yang lain dalam siklus input – proses – *output*-nya, dan *output* yang surplus akan menjadi terbuang, karena *output*-nya akan

digunakan sebagai *input* oleh industri lain dalam kadar yang diatur dengan sendirinya oleh keseimbangan material dalam sistem tersebut. Artinya terjadi keseimbangan dalam sistem sehingga efisiensi pun terbentuk.

#### 6. Riset dan analisis dilakukan untuk masa ke depan.

Riset dan metode yang digunakan dalam Ekologi Industri umumnya bersifat suatu desain terhadap sesuatu yang akan terjadi di masa depan. Pada umumnya memang demikian metode dan kajian yang berada di dalam ranah lingkungan hidup, seperti studi AMDAL dan lain sebagainya. Hal ini akan dikupas pada Bab VIII Instrumen PPLH.

Dapat dipahami karena dampak yang akan terjadi itu perlu dikaji sebelum benar-benar terjadi. Dalam hal ini, Ekologi Industri adalah sebuah disiplin ilmu yang menurut hemat penulis merupakan salah satu instrumen PPLH pula, sehingga cara kerjanya pun demikian. Tidak mungkin ada suatu studi tentang kemungkinan dampak yang terjadi tapi dampak itu telah terjadi.

### C. Prinsip Ekologi Industri

Dalam Ekologi Industri, terdapatlah prinsip yang merupakan sintesis dari prinsip ekologi dengan ruang lingkup industri baik proses, maupun tujuan serta dampaknya. Artinya suatu industri yang dibangun dan dikembangkan telah dapat dikatakan sesuai dengan prinsip Ekologi Industri, maka di sistem industri tersebut terdapat 4 (empat) prinsip, yaitu (1) ekosistem industri, (2) berkelanjutan, (3) efisiensi dan (4) ramah lingkungan. Masing-masing prinsip dijelaskan sebagai berikut.

#### 1. Ekosistem Industri

Pada prinsip ini, Industri yang terbangun dan berproses itu merupakan ekosistem buatan (*artificial ecosystem*) yang menganalogikan atau merupakan miniatur dari ekosistem alami. Di dalam ekosistem industri, terbangun dan terjadi interaksi antar organisme dan lingkungan sekitarnya. Industri satu dengan lainnya saling bekerja sama dan memiliki hubungan keterkaitan satu dengan lainnya. Sehingga disebutlah sebagai ekosistem industri.

Ekosistem kawasan industri merupakan kawasan industri yang menjalankan prinsip ekologi dalam operasinya, sehingga dapat disebut

juga sebagai *Eco-industrial Park* (EIP) atau Eko-Kawasan Industri. Sejalan dengan pengembangan Eko-kawasan Industri, pengembangan akan teknologi hijau juga harus dilakukan dalam rangka mencapai tujuan ekosistem secara holistik, yaitu pembangunan yang berkelanjutan.

## **2. Berkelanjutan**

Prinsip yang kedua adalah keberlanjutan sistem industri tersebut. Karena miniatur dari ekosistem alam yang diketahui adalah siklus yang berkesinambungan, tentu dalam ekosistem industri juga begitu. Hal-hal yang memungkinkan terjadinya titik berhenti dari suatu proses industri pun dihindari. Akan tetapi bila ekosistem industri dilaksanakan secara tepat, maka layaknya sebuah siklus maka tidak ada titik henti atau garis linear dari satu titik menuju kepada titik akhir. Tapi titik akhir itu menjadi titik awal di industri yang lainnya membentuk siklus.

Di samping itu dalam praktiknya, industri tersebut lebih mengutamakan pemanfaatan sumber daya alam yang dapat diperbarui serta mengurangi penggunaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Kalaupun ada sumber daya alam yang bisa diperbaharui tetapi membutuhkan waktu yang relatif lama dibandingkan dengan kecepatan proses industri tersebut maka dalam ekosistem industri sumber daya alam jenis ini pun digolongkan dalam sumber daya alam yang dikurangi penggunaannya. Hal ini merupakan pelaksanaan dari prinsip keberlanjutan.

## **3. Efisiensi**

Prinsip Efisiensi mutlak dilakukan dalam ekosistem industri. Hal ini dilakukan dengan meminimalisir input dan memaksimalkan *output*. Di samping itu bisa juga dengan cara menyeimbangkan input dan *output* yang mengacu pada (1) keterbatasan sistem alam, (2) mengurangi beban lingkungan akibat proses industri.

Dengan demikian maka tujuan aktivitas industri dapat berkelanjutan dalam kurun waktu yang lebih lama. Terlihat bahwa masing-masing prinsip saling terkait satu sama lain.

Apabila salah satu prinsip tidak dilaksanakan secara optimal maka prinsip yang lain juga tidak akan terlaksana dan bekerja optimal. Berarti sistem tidak optimal.



#### **4. Ramah Lingkungan**

Istilah ramah lingkungan sudah populer sekarang ini. Tapi apakah semuanya sudah meletakkan makna ramah lingkungan di tempat yang benar, belum tentu bukan. Karena ramah lingkungan itu berarti aktivitas yang dilakukan dalam hal ini ekosistem industri berlangsung di sebuah lingkungan tetapi malah memberikan nilai tambah pada keseimbangan lingkungan.

Jika hanya sebatas tidak mengganggu, dan itu tidak mungkin maka itu belum lagi disebut ramah lingkungan. Hal ini diupayakan terjadinya keseimbangan antara sistem industri dengan kehidupan alam di sekitar. Dengan prinsip-prinsip tersebut, akan tercipta suatu simbiosis dalam industri sehingga alam tetap terjaga dan aktivitas industri akan tetap berkelanjutan.

#### **D. Metabolisme Industri**

Konsep ekologi industri dapat berhubungan dan diimplikasikan ke dalam sistem industri. Ada dua hal yang mendasari konsep ekologi industri, yaitu (1) metabolisme industri dan (2) ekosistem industri. Metabolisme industri merupakan suatu cara bagaimana industri tersebut menangani aliran material dan aliran energinya secara keseluruhan melalui suatu sistem industri, kepada konsumen dan pada tempat pembuangan akhirnya.

Ada tiga konsep metabolisme alami yang diadopsi dalam konsep ekologi industri. Pertama, metabolisme industri merupakan integrasi menyeluruh dari sekumpulan proses fisik yang mengubah bahan baku dan energi menjadi produk akhir dan limbah dalam keadaan *steady state*. Kedua, metabolisme industri dapat diuji sebagai sebuah unit operasi secara individu dalam sebuah proses produksi secara industri, pada level pabrik maupun global. Ketiga, ekologi industri dianggap sebagai suatu hal yang dianalogikan antara metabolisme biologi dengan metabolisme industri adalah konsep daur hidup (*recycle*).

#### **E. Simbiosis Industri**

##### **1. Pengertian**

Istilah simbiosis sebagaimana kita ketahui adalah istilah dalam ekologi. Di mana terjadinya kerja sama antara satu organisme dengan

organisme lainnya. Kerja sama tersebut ada yang saling menguntungkan yang disebut dengan *simbiosis mutualisme*, tapi ada juga yang merugikan satu pihak, bahkan ada yang sama-sama merugikan kedua pihak.

Adanya kompetisi misalnya, merupakan bentuk interaksi yang saling merugikan ke dua pihak sebenarnya. Kompetisi terjadi pada keseimbangan alam dalam hal ruang dan makanan. Hal ini pun terjadi di dunia industri. Peristiwa inilah yang akan diubah menjadi simbiosis yang saling menguntungkan dalam pandangan Ekologi Industri. Istilah yang muncul dalam hal ini adalah “simbiosis industri”. Salah satu praktiknya, terbentuklah apa yang disebut dengan “kawasan industri”.

Kawasan industri merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi pencemaran dan kerusakan lingkungan. Sederhananya adalah merancang suatu kawasan untuk lokasi berdirinya industri yang ramah lingkungan yang disebut dengan *Eco Industrial Park (EIP)*.

EIP merupakan sekumpulan industri (penghasil produk/jasa) yang berlokasi pada suatu tempat, di mana para pelaku-pelaku di dalamnya mencoba meningkatkan performansi lingkungan, ekonomi, dan sosial. Ke-3 pilar ini sudah merangkum 3 fungsi di dalam konsep pembangunan berkelanjutan.

Pengertian lain tentang kawasan industri adalah kawasan tempat pemusatan kegiatan industri yang dilengkapi dengan sarana dan prasarana penunjang yang dikembangkan dan dikelola oleh perusahaan kawasan industri. Dengan demikian, terdapat pula 3 (tiga) tujuan lainnya, yaitu:

- a. Mengendalikan pemanfaatan ruang, dalam konsep pola dan struktur ruang.
- b. Meningkatkan upaya pembangunan industri yang berwawasan lingkungan,
- c. Memberikan kepastian lokasi dalam perencanaan dan pembangunan infrastruktur yang terkoordinasi, dalam konsep pengembangan ekonomi wilayah.

Dalam hal ini dapat kita lihat interkoneksi antara ekoindustri dengan tata ruang wilayah.

Tentu saja dengan diterapkannya konsep EIP ini akan menghasilkan simbiosis industri yang merupakan sebuah bentuk kerja sama industri yang memiliki tingkat saling ketergantungan antar perusahaan yang melakukan

pertukaran material, energi dan berbagai hal-hal yang saling menguntungkan satu sama lain. Pada saat ini simbiosis industri, terutama untuk kawasan industri berwawasan lingkungan yang ada di Indonesia belum berhasil melakukan kerja sama yang saling menguntungkan dengan baik.

Menurut Djajadiningrat dan Melia (2004) tantangan yang dihadapi oleh para pengembang EIP pada saat ini adalah memecahkan kebekuan komunikasi yang selama ini muncul. Kebekuan itu terjadi antara para pelaku, pemerintah, dan masyarakat sekitar. Mustahil bisa terjadi simbiosis jika komunikasi tidak efektif. Hal ini perlu mendapatkan perhatian bagi kita semua, terutama bagi pemangku kebijakan dan pelaku industri.

Bagi masyarakat hal ini tidak begitu menjadi kendala, apabila dengan transparan segala sesuatunya jelas bagi mereka. Karena di samping sistem bekerja tertutup dalam ekosistem industri, juga simbiosis ini akan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat (*social capital*) yang ikut berpartisipasi.

Chertow (2007) mengemukakan bahwa terdapat beberapa peluang dalam simbiosis industri yang dimungkinkan terjadi berupa:

- a. Penggunaan ulang produk dan
- b. Pertukaran material khusus perusahaan antara dua atau lebih perusahaan / kelompok, dan
- c. Saling tukar komponen material yang merujuk pada pertukaran sebagian produk, sinergis, atau pertukaran limbah dan dapat juga sebagai jaringan daur ulang industri.

Sebagai jaringan daur ulang industri, maka dimungkinkan pula terjadi simbiosis berupa:

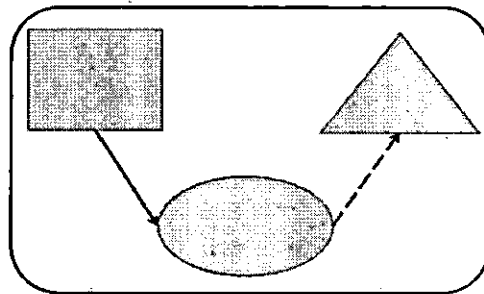
- a. Penggunaan bersama (*sharing*) utilitas/infrastruktur – penggunaan tempat mencuci alat-alat dan pengelolaan sumber daya yang umum seperti energi, air dan limbah cair.
- b. Penggabungan pengadaan jasa/*service* – menghasilkan kebutuhan umum perusahaan untuk aktivitas yang lebih kecil misalnya transportasi, *supply* makanan dan pencegahan kebakaran.

Perlu kita pahami bahwa meskipun sebenarnya praktis pertukaran material dan energi telah secara signifikan menjadi bagian dari aktivitas

industri selama ini, tapi dalam hal ini hal yang baru adalah dalam kaitannya dengan lingkungan hidup. Dalam artikelnya mengenai ekologi industri, Frosch dan Gallopoulos memberikan gambaran 'ekosistem industri' di mana 'konsumsi energi dan material dioptimalkan dan hasil dari suatu proses dapat merupakan bahan baku bagi proses lain'<sup>2</sup>

Ekosistem alam tidak menghasilkan 'sisa' atau 'limbah', karena 'limbah' dari suatu organisme merupakan makanan bagi organisme lainnya. Sistem alam tidak menghasilkan kandungan persistensi *toxic* yang tidak dapat dimanfaatkan organisme lain dalam sistem. Hipotesisnya adalah dalam memfungsikan efisiensi ekonomi yang harmonis dengan ekosistem, tidak akan ada limbah atau sisa yang tidak terpakai.

Ekologi industri melibatkan antara lain analisis siklus, lingkaran suatu proses, pemanfaatan kembali (*reusing*) dan daur ulang (*recycling*), rancangan untuk lingkungan dan pertukaran / saling menukar 'sisa' atau 'limbah' (*waste exchange*). Sedangkan teknologi dan proses yang memaksimalkan efisiensi ekonomi dan lingkungan merupakan *eco-efisien*. Secara sederhana, ilustrasi simbiosis industri ini disajikan pada Gambar 17.



**Gambar 17. Ilustrasi Simbiosis Industri**

Pada Gambar 17 terlihat ada 3 (tiga) entitas industri yang tidak sama. Terlukiskan dengan adanya 3 bangun yang berbeda. Pertama kotak, kedua lingkaran dan yang ketiga segitiga. Entitas yang berbeda itu, memiliki ketergantungan melalui panah linear dan putus-putus.

Hal ini melambangkan bahwa terjadi transaksi pertukaran sumber daya 2 buah di antara 3 entitas industri tersebut. Sebagaimana kita ketahui bahwa keseimbangan alamiah dalam ekologi, pertukaran yang terjadi bukan dalam bentuk rupiah atau *dollar*, melainkan dalam bentuk materi dan energi. Hal inilah yang diterapkan pada simbiosis industri.

## 2. Aplikasi Prinsip Ekologi pada Industri

Pada *eco-industri* berlaku 4 (empat) ciri yang analog dengan ciri dalam ekosistem alamiah. Hal ini perlu dicermati karena proses inilah sebenarnya yang diadopsi oleh industri dalam kajian Ekologi Industri. Sebagaimana telah kita pelajari sebelumnya di Bab II Prinsip Prinsip Ekologi dan adanya siklus material, keanekaragaman, kawasan atau ruang yang disebut sebagai habitat, serta perubahan secara perlahan-lahan. Untuk lebih jelas, disajikan dalam tabulasi pada Tabel 1.

Tabel 1. Aplikasi Ekologi pada Industri

No	Ekosistem	Sistem Industri
1	Siklus rantai makanan. a. Aliran energi b. Daur ulang	Siklus bahan baku / material a. Aliran energi b. Daur ulang
2	Keanekaragaman a. <i>Biodiversity</i> (keanekaragaman hayati) b. Keragaman informasi	Keanekaragaman a. Pelaku industri b. Keragaman <i>input – proses – output</i>
3	Area / kawasan / region / lokal a. Memanfaatkan sumber daya lokal b. Menghargai dan toleransi terhadap sumber daya dari luar	Area / kawasan a. Menggunakan sumber daya dan limbah dalam kawasan b. Menghargai faktor keterbatasan SDA
4	Perubahan ( <i>change</i> ) a. Pengembangan penggunaan energi matahari b. Pengembangan genetika melalui reproduksi c. Pengembangan keragaman yang seiring waktu	Perubahan ( <i>change</i> ) a. Menggunakan limbah dan energi b. Sumber daya alam yang diperbaharui c. Keanekaragaman jenis industri

Sumber: *Frosch, R & Nicholas E. Gallopoulos: (1989)*

Pada Tabel 1 dapat dijelaskan analogi dan prinsip yang ekologi yang diterapkan dalam dunia industri. Secara rinci hal ini dijelaskan sebagai berikut.

#### 1. Siklus material dan bahan baku

Dalam ekosistem, limbah/sisa dari suatu organisme merupakan makanan bagi organisme lain. Dengan demikian, daur ulang terjadi dan energi mengalir dalam rantai makanan. Analog dalam sistem industri, hal ini terdapat pula dalam atau pada arah rantai operasi secara keseluruhan. Misalnya pada *input – proses – output*.

Bahan mentah diproses, kemudian menghasilkan produk, selanjutnya masing-masing tahapan proses tersebut terutama pada tahapan akhir berupa *outputs*, limbah pun dihasilkan.

Dalam terapan Ekologi Industri, yang mempelajari rantai ‘bahan’ atau ‘material’ bagi suatu produk, untuk menghasilkan tingkat ketergantungan yang besar pada material sisa / limbah yang dapat didaur ulang. Bersamaan dengan aliran material tersebut, sebagaimana peristiwa di alam, pengaliran energi pun terjadi. Proses ini berada pada setiap tahapan.

#### 2. Keanekaragaman

*Biodiversity* tidak bermakna secara kuantitas saja sebenarnya dalam kacamata Ekologi. Tapi melalui *biodiversity*, atau keragaman spesies, baik itu dalam konteks organisme, informasi, dan semua komponen dalam ekosistem yang mempunyai ketergantungan atau kerja sama satu sama lain itu merupakan faktor penting dalam keberlanjutan ekosistem.

Dalam ekosistem industri, keragaman dapat dipahami sebagai keragaman pelaku. Di samping itu, keragaman pelaku ini juga dapat diikuti dengan interaksi sesama pelaku berupa keragaman pula dalam ketergantungan, dan kerja sama dalam suatu sistem industri pun terbentuk dengan sendirinya.

Pemanfaatan limbah kemungkinan terjadi jika terdapat kerja sama antara beberapa pelaku di lintas industri. Dapat dimisalkan hal itu terjadi pada antar perusahaan dan atau antar industri.

Keragaman metafora dalam masalah produk *output* dari aktivitas industri dapat juga menguntungkan jenis kegiatan ekologi industri. Dalam

ekosistem industri, untuk memungkinkan kerja sama beragam yang didasari pada pemanfaatan material dan aliran energi antar pelaku yang terlibat, maka keragaman *output* dapat berarti bahwa limbah dari suatu perusahaan, misalnya limbah energi atau panas dari tanaman, dipahami sebagai produk yang bernilai.

Di sini *supply output* dipahami dari berbagai sudut pandang. Dengan demikian limbah diinterpretasikan sebagai sesuatu yang berharga (memiliki nilai ekonomi). Oleh karena itu, limbah tersebut bukan merupakan limbah dari satu pandang jenis industri, karena ia dapat dimanfaatkan. Konsekuensinya tidak ada limbah yang masuk dan dimasukkan ke dalam lingkungan. Dalam hal ini, istilah lingkungan berarti suatu ruang yang berada di luar sistem industri yang dibicarakan.

### 3. Kawasan

Kita sudah memahami bahwa dalam Ekologi semua hierarkis terstruktur sedemikian rupa. Di mulai dari sel sampai pada populasi. Di mulai dari *niche* sampai pada biosfer.

Dengan demikian, cara pandang kita pun mengakui bahwa ada ekosistem global, yang karenanya kita harus mempertimbangkan faktor keterbatasan alam suatu kawasan. Dalam ekosistem, suatu organisme harus menyesuaikan diri dengan lingkungannya dan 'bekerja sama' dengan organisme lain dalam kawasannya. Ini adalah prinsip Ekologi dalam hal adaptasi dan suksesi.

Dalam industri, bahan baku bisa diimpor dari daerah lain, bahkan dari negara lain. Berbeda dengan ekosistem kawasan industri yang justru menghindari terjadinya penyerapan dari sistem luarnya, sekaligus mengurangi bahan dasar / *virgin material* dan input energi. Demikian juga dengan *output* limbah dan emisi dari sistem kawasan industri. Hal yang demikian merupakan visi yang dijalankan untuk mengontrol atau mengurangi (Wackenagel dan Rees, 1997).

### 4. Perubahan (*change*)

Proses alam dicirikan oleh perubahan secara perlahan-lahan. Misalnya, generasi dan regenerasi minyak bumi dan air tanah berlangsung setelah ratusan bahkan ribuan tahun. Kita sudah memahami dari teori

evolusi dan adaptasi. Proses itu tidak cepat dalam suatu rentang waktu. Evolusi biologi dan genetik terjadi secara perlahan. Kenyataan bahwa evolusi industri terjadi lebih cepat maka media penyimpanan informasi seperti budaya, buku, film, internet, telepon genggam dan *advertisement* dinyatakan sebagai faktor yang mempercepat kerusakan lingkungan. Awalnya manusia merasa bangga dengan karya besarnya kemajuan di bidang industri dan penggunaan teknologi yang sedemikian cepat, melebihi kecepatan alamiah.

Sebagai contoh, bahan mentah diperlukan untuk memproduksi suatu produk di mana permintaan berkembang pesat, dapat menjadi sesuatu yang mengkhawatirkan dalam konteks masa tersedianya bahan baku. Tambahan pula, alam bergantung pada aliran sumber yang dapat diperbaharui (*renewable flow resource*), misalnya energi matahari. Sementara itu, kegiatan industri berdasarkan pada cadangan alam yang tak terbaharui (*non renewable*), misalnya dari fosil sehingga tidak mempertimbangkan waktu reproduksi/*renewable* sumber daya alam. Padahal alam memproduksinya terjadi secara perlahan.

Metafora perubahan perlahan-lahan ini, dapat membantu kita dalam memahami ekosistem kawasan industri. Setiap sistem industri, misalnya sistem kawasan industri merupakan sistem yang unik.

Ekonomi, social, budaya dan dimensi ekologi termasuk dalam keragaman sistem.

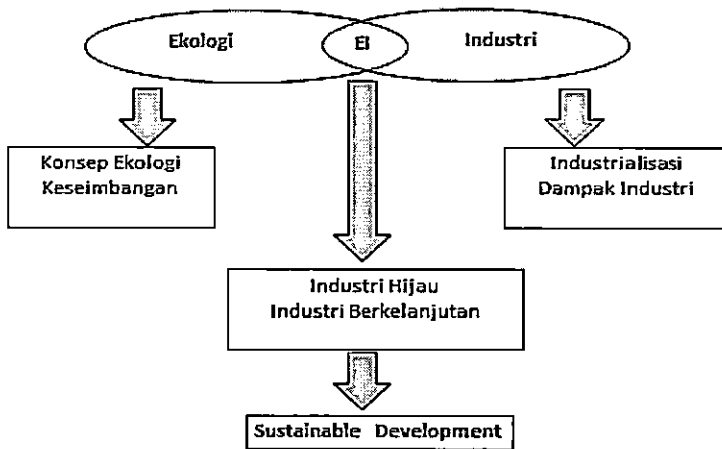
Perubahan keragaman sistem dan peningkatan kebergantungan pada sumber yang dapat diperbaharui / *renewable source*, material sisa, limbah dan energi, jika dapat bergerak perlahan mengikuti waktu / masa siklus alam, akan mengurangi beban lingkungan.

Penulis berkeyakinan bahwa manusia dan aktivitasnya lah yang mesti menyesuaikan dengan sistem alamiah, bukan sebaliknya. Manusia harus belajar dari alam, bukan alam yang harus mengikuti pengajaran dari manusia.

## **F. Ekologi Industri dan Pembangunan Berkelanjutan**

Secara praktis melihat hubungan antara Ekologi Industri dengan Pembangunan berkelanjutan dapat dilihat pada Gambar 18.





**Gambar 18. Ekologi Industri dan Pembangunan Berkelanjutan**

Pada Gambar 18 terlihat 2 lingkaran yang membentuk irisan. Lingkaran pertama melambangkan Ekologi dan lingkaran kedua melambangkan kegiatan industri. Pada lingkaran Ekologi terlihat arah panah ke bawah yang menandakan bahwa dalam Ekologi, terdapat konsep-konsep Ekologi dan keseimbangan ekosistem.

Sementara itu di dunia industri yang ada adalah industrialisasi sebagai suatu proses. Proses ini tentu berupa tahapan yang secara garis besar meliputi *inputs*-proses-*outputs*. Berikutnya kegiatan industri tersebut menghasilkan limbah dan ini disebut sebagai dampaknya terhadap lingkungan.

Apabila kita memandang secara terpisah antara ke dua lingkaran maka tentu hal ini akan senantiasa menjadi pertentangan. Oleh karena itu dengan adanya Ekologi Industri yang terbentuk pada gambar berupa irisan ke dua lingkaran tersebut, merujuk panah ke bawah dan industri hijau serta industri berkelanjutan menjadi sasaran dan kondisi ideal yang hendak ditujunya. Dengan kata lain, visi dari Ekologi Industri adalah terjadinya industri yang ramah lingkungan dan mengadopsi dan menganalogi sistem ekosistem alamiah.

Sebagaimana diketahui, prinsip pembangunan berkelanjutan tentu saja mengintegrasikan fungsi ekologis, ekonomis dan sosial, yang mana konsep ini diyakini mampu menjawab pertentangan antara aktivitas

ekonomi dan sosial terhadap lingkungan. Prinsip ini sekaligus disebut sebagai pilar utama pembangunan berkelanjutan. Dengan adanya industri hijau dan berkelanjutan sebagai “anak kandung” dari Ekologi Industri ini, maka dapat ditelaah dari masing-masing fungsi yang ada di dalam ranah pembangunan berkelanjutan.

### **1. Telaah Fungsi Ekonomis**

Ekologi industri tetap mempunyai orientasi terhadap pertumbuhan ekonomi yang bersandar pada material dan jasa yang dihasilkan. Tentu saja demikian sesuai dengan tujuan industri tersebut sebagai aktivitas ekonomi manusia agar kualitas hidupnya lebih baik.

Dalam praktisnya, sistem industri yang dijalankan lebih menjamin terhadap terjadinya keberlanjutan pertumbuhan ekonomi, karena sumber daya alam relatif telah efisien dalam penggunaannya. Terutama sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui.

Tinjauan dari Ekonomi Lingkungan bahwa *cost and benefits* dan pelestarian lingkungan menjadi landasan untuk ekonomi berkelanjutan. Untuk eksploitasi sumber daya alam secara maksimal membutuhkan *cost* yang relatif besar sementara itu, keuntungan yang didapat belum tentu mampu menutupi biaya kerusakan dan pencemaran lingkungan yang ditimbulkannya.

### **2. Telaah Fungsi Sosial**

Manusia berperan lebih signifikan dalam mengubah rona lingkungan alami dibanding dengan komponen lingkungan yang lainnya. Tetapi tuntutan manusia terhadap lingkungannya pun berbeda dengan makhluk hidup lain, sehingga manusia memerlukan teknologi dan ilmu serta seni untuk itu. Semuanya dilakukan oleh manusia tak lepas dari kesejahteraannya sebagai makhluk yang punya harkat dan martabat sesuai dengan fitrahnya.

Aktivitas-aktivitas manusia tidak dapat dipisahkan dari fungsi-fungsi keseluruhan sistem. Karena kualitas hidup manusia bergantung pada kualitas komponen-komponen lain dalam ekosistem, struktur dan fungsi ekosistem, sehingga hal ini harus menjadi fokus dalam konsep Ekologi Industri. Dengan sendirinya, kesejahteraan sosial telah terintegrasi ketika manusia melakukan perlindungan dan pengelolaan terhadap lingkungan

hidupnya sendiri. Manusia mulai memilih dan melakukan cara-cara bijaksana yang dalam hal ini adalah menerapkan Ekologi Industri agar aktivitas-aktivitas industri tidak menyebabkan bencana dan kerusakan bagi ekosistem. Aktivitas industri tidak lagi dilakukan yang berdampak baik secara cepat atau secara perlahan yang berpotensi merusak struktur dan fungsi ekosistem itu sendiri. Dengan demikian, fungsi kesejahteraan sosial relatif lebih terjamin dengan penerapan sistem industri yang dimaksud dalam Ekologi Industri ini.

### 3. Telaah Fungsi Ekologis

Dengan diterapkannya sistem industri berdasarkan pada Ekologi Industri secara konsep dan praktisnya, maka tentu saja pelestarian lingkungan terjaga dengan sendirinya. Justru lebih diharapkan akan terjadi keanekaragaman alamiah yang terbentuk akan lebih cepat dari biasanya, karena sistem industri telah ikut di dalam sebuah sistem alamiah tanpa merusak dan mencemari.

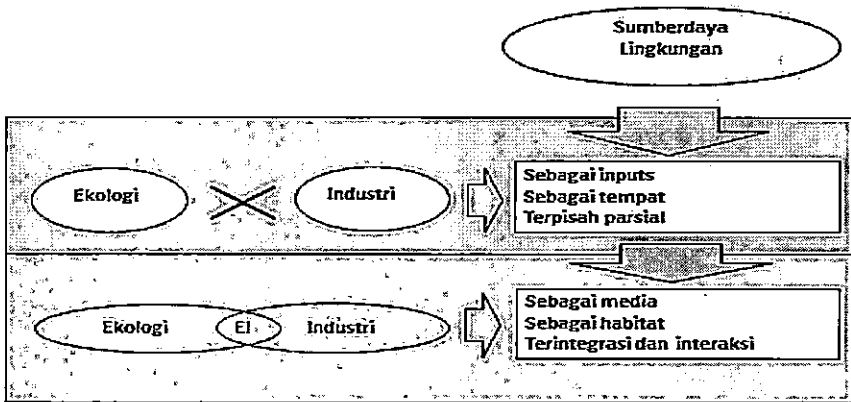
Tantangan yang utama bagi pembangunan berkelanjutan adalah bagaimana upaya untuk mencapai suatu keadilan bagi antar generasi dan antar masyarakat (*intergenerational and intersocietal equity*). Hal ini berhubungan dengan kemampuan manusia sekarang menciptakan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup yang lestari sepanjang waktu.

## G. Resume

Pada subbab *resume* ini, secara praktis disajikan bahwa Paradigma Ekologi Industri pada prinsipnya telah menyatukan cara pandang yang terpisah antara ekologi dengan aktivitas ekonomi yang utama yaitu industri. Dengan demikian tidak ada lagi pertentangan dan perdebatan antara pihak yang cenderung menyuarakan kelestarian lingkungan dengan pihak yang justru ingin berbuat kebaikan dengan pertumbuhan ekonomi yang cepat dan tinggi.

### 1. Perbandingan Paradigma

Perbandingan paradigma lama dengan paradigma baru secara mendasar menghasilkan suatu hasil *mindset* yang mampu melihat sinergis dan interkoneksi antar komponen di dalam ekologi dengan industri. Untuk membandingkan ke dua hal ini, mari cermati Gambar 19 berikut.



**Gambar 19. Perbandingan Paradigma Lama dengan Paradigma Baru**

Pada Gambar 19 terlihat bahwa sumber daya lingkungan yang ada di dalam dapat dipandang sebagai 2 sisi makna dan substansinya tergantung pendekatan dan paradigma yang dipakai oleh manusia. Pada Kotak atas, terlihat adanya pemisahan secara parsial antara Ekologi dengan Industri. Ini merupakan paradigma lama yang sudah dibahas pada Bab VI Paradigma Ekologi vs Industri.

Pada paradigma ini, maka lingkungan akan selalu dijadikan sumber daya alam yang selalu dipandang, paling tidak sebagai (1) *inputs*, (2) tempat dan (3) terpisah / parsial. Maksudnya, dalam paradigma ini maka lingkungan dianggap semata sebagai penyedia bahan *inputs* untuk proses industri. Berikutnya ialah lingkungan itu hanya sebatas wadah atau lokasi tempat tegak dan berdirinya industri. Terakhir, setelah industri ada dan tumbuh kembang selanjutnya dalam perkembangannya ia akan dianggap bukan sebagai satu kesatuan dengan lingkungan di mana ia tegak dan berdiri.

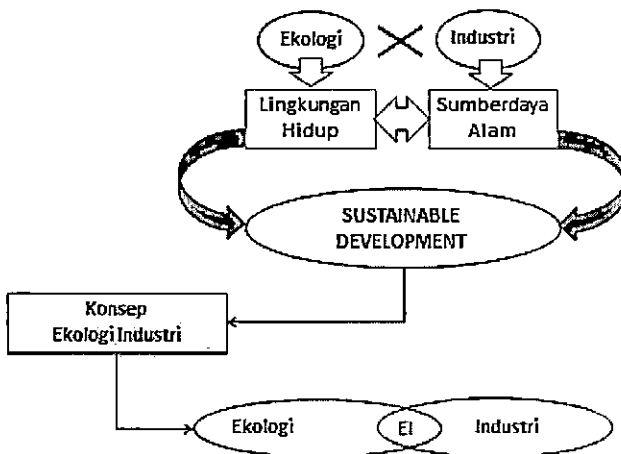
Sementara itu, pada kotak ke dua, yakni pada kotak yang di bawah, terlihat penyatuan lingkaran antara Ekologi dan Industri, membentuk Ekologi Industri. Ini adalah paradigma yang kita pelajari di Bab VII Paradigma Ekologi Industri. Apa yang berbeda? Terlihat fungsi dan peranan dari industri jauh berbeda dalam menginterpretasikan lingkungannya.

Terlihat bahwa lingkungan sebagai sumber daya tidak semata sebagai penyedia input material yang akan dikuras habis habis untuk kebutuhan industri tanpa batas. Tapi lingkungan dipandang sebagai (1) media, (2) habitat dan (3) terintegrasi dan berinteraksi. Maksudnya ialah kendatipun lingkungan adalah sebagai media tempat industri tumbuh dan kembang, tetapi lingkungan itu dipandang sebagai habitat yang mana terjadi interaksi dalam satu sistem.

Oleh karena itu, dibangun apa yang disebut dengan simbiosis industri yang pada gilirannya sistem industri ini terintegrasi dan berinteraksi dengan lingkungan sebagai sumber daya. Bersamaan dengan hal ini maka dampak industri terhadap lingkungan hidup akan berbeda dengan sebelumnya.

## 2. Pembangunan Berkelanjutan dan Ekologi Industri

Sebenarnya, antara Ekologi Industri dengan Pembangunan Berkelanjutan juga terjadi interaksi yang menarik. Di subbab sebelumnya kita sudah membahas dan menganalisis tentang fungsi-fungsi ekonomi, sosial dan ekologis sebagai pilar dari pembangunan berkelanjutan akan sendirinya disentuh oleh Ekologi Industri bukan? Sekarang mari kita lihat Gambar 20.



Gambar 20. Pembangunan Berkelanjutan dan Ekologi Industri

Pada Gambar 20 terlihat lingkaran besar yang bertuliskan *sustainable development*. Terlihat lingkaran ini dituju atau berpangkal pada dua anak panah yaitu lingkungan hidup dan sumber daya alam (dalam pandangan ekonomi). Artinya bahwa adalah suatu konsekuensi dan keharusan bahwa pembangunan berkelanjutan itu dilakukan dan tiada pilihan. Ia lahir dari kerusakan dan pencemaran lingkungan dan situasi kenyataan ternyata manusia tidak mampu mengelola dan mengendalikan fungsinya sendiri sebagai salah satu komponen dari lingkungan.

Manusia telah memisahkan selama ini cara pandang dan aktivitas antara pelestarian lingkungan dalam ranah Ekologi dan Ilmu Lingkungan dengan aktivitas ekonomi berupa industri dan dampak yang ditimbulkannya. Lantas hal ini lah yang kemudian menjadi wacana untuk konsep pembangunan berkelanjutan dengan menganut 3 fungsi utama ekologis, ekonomis dan sosial. Bagaimana hal ini bisa dilaksanakan?

Ekologi Industri adalah anak kandung dari konsep dan gagasan besar sebuah model pembangunan yang berwawasan lingkungan dan kependudukan itu. Dengan adanya konsep pembangunan berkelanjutan serta merta seolah manusia semakin menyadari untuk tidak bisa lagi melakukan aktivitas industri dengan cara lama. Ekologi Industri adalah satu satunya pilihan dan harus diterapkan ke depan.

# BAB VIII

## ASPEK PPLH

### A. Pendahuluan

Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) bukan hal yang baru. Tetapi selalu terasa baru karena senantiasa selalu ada pencemaran dan perusakan terhadap lingkungan. Ketika terjadi peristiwa itu, maka sering kita kembali merasa perlu untuk mengingat aspek-aspek apa yang ada di dalam upaya PPLH itu.

Hal ini menandakan bahwa belum lah semua fungsi dan peran yang ada memiliki pengetahuan dan kesadaran peduli lingkungan. Sebenarnya jika semuanya sudah memiliki peduli dan pengetahuan tentang lingkungan maka bahkan tidak diperlukan instrumen hukum sedemikian banyak untuk mengatur masalah lingkungan hidup itu.

Substansi dalam hal instrumen kebijakan untuk melindungi lingkungan ini ialah strategi untuk perlindungan lingkungan dengan tetap mempertahankan tujuan pertumbuhan ekonomi dan penghapusan kemiskinan. Hal ini sudah sesuai dengan prinsip yang telah dipelajari pada bab-bab sebelumnya dalam paradigma baru Ekologi Industri.

Menurut Suparmoko (1997) kebanyakan di negara berkembang juga sering mengeluarkan kebijakan yang justru makin membuat terjadinya pencemaran lingkungan, seperti subsidi pupuk dan subsidi BBM misalnya. Kebijakan ini menjadi ironi dengan kebijakan untuk perlindungan lingkungan yang mestinya meminimalisasi terjadinya pencemaran sebagai akibat banyaknya penggunaan pupuk dan BBM. Hal ini juga mempengaruhi keberadaan industri di suatu wilayah.

Ataupun kalau memang subsidi terhadap pupuk dan BBM diperlukan dalam kuantum tertentu, dengan alasan pembangunan dan kesejahteraan sosial, tapi seyogyanya juga telah diiringi dengan pengelolaan dampak penggunaan pupuk dan BBM tersebut secara total. Kenyataannya tidak demikian. Pada negara-negara berkembang, yang terjadi biasanya pemikiran dan wacana untuk perlindungan lingkungan

sektoral terjadi setelah suatu seksi lingkungan mengalami pencemaran dan atau kerusakan. Pencemaran dan kerusakan yang telah terjadi apabila telah membawa akibat kepada manusia seperti penyakit dan kematian, kerugian materi dan lain-lain, baru lah dianggap “permasalahan lingkungan”.

Oleh karena itu, penggunaan kebijakan sebagai instrumen perlindungan pun di negara-negara berkembang kurang efektif. Karena jarang suatu kebijakan terhadap perlindungan lingkungan diformulasikan dalam bentuk preventif (pencegahan dini). Akibatnya lagi, di samping tidak efektif, juga tidak efisien apabila dituntut untuk tetap dilaksanakannya seperangkat kebijakan untuk perlindungan lingkungan tersebut. Seperangkat kebijakan untuk bisa dilaksanakan, setelah terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan akan membutuhkan banyak biaya, dibandingkan dengan apabila suatu kebijakan preventif dilaksanakan.

Sehingga dalam Bab VIII Aspek Kebijakan Perlindungan Lingkungan ini, kita tidak bisa menafikan peran pemerintah. Oleh karena itu, mari kita kupas aspek-aspek apa saja yang ada dalam hal perlindungan lingkungan ini dalam konteksnya dengan peran pemerintah.

### **B. Peran Pemerintah (*Role of Government*)**

Peran pemerintah dalam setiap wacana tentang lingkungan hidup selalu disebut sebut sebagai fungsi (1) regulator, (2) monitor dan (3) kontrol. Ketiga fungsi tersebut, adalah hal yang sudah seharusnya melekat pada penyelenggara suatu negara. Pada negara maju, ada pendekatan lain di mana mereka sepakat meletakkan fungsi fasilitator pada pemerintahnya. Kondisi yang demikian bisa dilaksanakan karena fungsi kontrol sosial berada di tatanan masyarakatnya. Pada suatu keadaan di mana masyarakat sudah menjadi fungsi kontrol terhadap lingkungan dan sumber daya, maka posisi tersebut adalah posisi puncak tangga teratas dalam tingkatan partisipasi terhadap perlindungan lingkungan.

Pada tatanan tingkat partisipasi terhadap lingkungan sudah meletakkan fungsi kontrol sosial ada di level masyarakatnya, maka pada saat itu, instrumen kebijakan sudah bisa dikatakan efektif dan efisien. Di samping efektif dan efisien, perangkat aturan dan kebijakan yang dijadikan instrumen itu pun tidak terlalu banyak dan saling tumpang tindih, sehingga praktis mudah diimplementasikan.



## 1. Fungsi Pengatur (*Regulatory Functions*)

Fungsi pengatur atau disebut juga dengan fungsi regulator, berarti mengeluarkan aturan dan kebijakan yang dianggap paling efektif dan efisien dalam upaya perlindungan lingkungan.

Aturan dan kebijakan yang dikeluarkan memang bertujuan untuk perlindungan lingkungan, tetapi perlindungan lingkungan itu dijadikan orientasi lantaran karena adanya aktivitas pembangunan dan pertumbuhan ekonomi di tengah masyarakat pada suatu wilayah.

Sehingga dengan demikian, maksud efektif dan efisien sebuah pengaturan itu, tidak hanya semata melindungi lingkungan dalam artian tidak melakukan apa-apa untuk semua komponen sumber daya lingkungan.

Contohnya, melalui aturan dan kebijakan dalam hal penataan ruang berdasarkan fungsi. Penataan ruang merupakan instrumen yang efektif di negara maju terhadap perlindungan lingkungan. Karena dengan sendirinya, terjadi pengalokasian sumber daya dan sekaligus pengalokasian pencemaran. Sehingga penanganannya pun menjadi efisien.

Beberapa aturan yang terkait tentang lingkungan hidup saat ini adalah sebagai berikut

### a. PPLH

- 1) Undang-Undang No.32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- 2) Perda Prov. Jateng No.5 Tahun 2007 Tentang Pengendalian LH di Prov. Jateng

### b. AMDAL/IZIN LINGKUNGAN

- 1) Peraturan Pemerintah No.27 Tahun 1999 Tentang Analisa Mengenai Dampak Lingkungan
- 2) Peraturan Pemerintah No.27 Tahun 2012 Tentang Izin Lingkungan
- 3) Peraturan Pemerintah No.24 Tahun 2018 Tentang Pelayanan Perizinan Berusaha Terintegrasi Secara Elektronik
- 4) Keputusan Menteri LH No.45 Tahun 2005 Tentang Pedoman Penyusunan Pelaksanaan RKL-RPL
- 5) Peraturan Menteri LH No.08 Tahun 2006 Tentang Penyusunan AMDAL

- 6) Peraturan Menteri LH No.13 Tahun 2010 Tentang UKL-UPL dan SPPL
  - 7) Peraturan Menteri LH No.5 Tahun 2012 Tentang Jenis Usaha dan atau Kegiatan yang Wajib AMDAL
  - 8) Peraturan Menteri LH No.16 Tahun 2012 Tentang Pedoman Penyusunan Dokumen Lingkungan Hidup
  - 9) Peraturan Menteri LH No.17 Tahun 2012 Tentang Pedoman Keterlibatan Masyarakat dalam Proses Analisis Dampak Lingkungan Hidup dan Izin Lingkungan
- c. PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA
- 1) KepKa Bapedal No.205 Tahun 1996 Tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara Sumber Tidak Bergerak
  - 2) Peraturan Pemerintah No.41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara; Lampiran
  - 3) Peraturan Men. LH No.12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah
- d. PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR
- 1) Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air; Lampiran
  - 2) Permenkes No.416/Men.Kes/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air
- e. PENGENDALIAN KERUSAKAN LINGKUNGAN HIDUP
- 1) Peraturan Pemerintah No. 150 Tahun 2000 Tentang Pengendalian Kerusakan Lahan Untuk Produksi Biomassa;
  - 2) Peraturan Pemerintah No. 04 Tahun 2001 Tentang Pengendalian Kerusakan dan atau Pencemaran Lingkungan Hidup yang Berkaitan Dengan Kebakaran Hutan dan atau Lahan
  - 3) Peraturan Daerah Prov. Jateng No. 3 Tahun 2018 Tentang Pengelolaan Air Tanah
- f. LIMBAH B3
- 1) Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun
  - 2) Peraturan Pemerintah No.8 5 Tahun 1999 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun

- 3) Peraturan Pemerintah No.74 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun
  - 4) Peraturan Pemerintah No.101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
  - 5) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No.P.95/MENLHK/SETJEN/KUM.1/11/2018 Tentang Perizinan Pengelolaan Limbah B3 Terintegrasi Dengan Izin Lingkungan Melalui Pelayanan Perizinan Berusaha Terintegrasi Secara Elektronik
- g. PENEGAKAN HUKUM LINGKUNGAN
- 1) Peraturan Pemerintah No.54 Tahun 2000 Tentang Lembaga Penyedia Jasa Pelayanan Penyelesaian Sengketa Lingkungan Hidup Di Luar Pengadilan
- h. KEBERSIHAN
- 1) Undang-Undang No.18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah
  - 2) Peraturan Menteri PU No.3/PRT/M/2013 Tahun 2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga
  - 3) Peraturan Daerah Provinsi Jateng No.3 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Sampah di Jawa Tengah
  - 4) Peraturan Daerah Kota Salatiga No.5 Tahun 2015 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga
- i. BAKU MUTU
- 1) KepMen LH No.48 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan
  - 2) KepMen LH No.50 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Kebauan
  - 3) KepMen LH No.13 Tahun 1995 Tentang Baku Mutu Emisi Sumber Tak Bergerak
  - 4) KepMen LH No.49 Tahun 1996 Tentang Baku Tingkat Getaran
  - 5) Peraturan Daerah Prov Jateng No.5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Prov Jateng No.10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah

j. KEANEKARAGAMAN HAYATI

1) Peraturan Pemerintah No.21 Tahun 2005 Tentang Keanekaragaman Hayati Produk Rekayasa Genetika

Di Negara Indonesia misalnya, aturan tentang Rencana Tata Ruang dan Wilayah Nasional (RTRWN) sudah merupakan suatu undang-undang. Dokumen RTRWN adalah dokumen tertinggi untuk diturunkan pada tingkat Provinsi di seluruh wilayah Negara Indonesia menjadi Rencana Tata Ruang dan Wilayah Provinsi (RTRWP). Dengan kata lain, penataan ruang di provinsi sudah mengacu pada RTRWN sehingga merupakan bagian yang terintegrasi dari penataan ruang nasional.

Selanjutnya, ada lagi yang namanya Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS). Dokumen KLHS adalah sebuah alat yang melindungi lingkungan di seluruh wilayah Negara Indonesia karena semua yang tertuang di dalam dokumen rencana tata ruang dan wilayah, mesti melewati kajian lingkungan hidup strategis ini. Artinya, meskipun sudah ditata ruang dan kawasan berdasarkan potensi dan kecenderungan pola pengembangannya, tetapi tetap akan berbenturan dengan KLHS apabila ada hal-hal yang akan mencemari dan atau merusak lingkungan hidup.

Tata ruang pada prinsipnya berperan nyata dalam hal perlindungan lingkungan. Karena pada dasarnya, suatu wilayah (menurut batas administratif) dibagi atas 2 kawasan, yakni kawasan budidaya dan kawasan lindung. Sehingga sudah terbagi penggunaan wilayah atas fungsinya, mana yang boleh dikembangkan/direkayasa/dikelola dan mana pula yang tidak boleh diberi perlakuan apapun karena diplotkan sebagai kawasan lindung. Contoh kawasan lindung di Indonesia ialah: Taman Nasional Kerinci Seblat, Taman Nasional Siberut. Selanjutnya ada lagi yang disebut dengan Cagar Alam, Suaka Margasatwa, Hutan Lindung, Situs Bersejarah dan lain-lain. Tapi kenapa tidak berjalan efektif kebijakan perlindungan lingkungan dalam bentuk penataan ruang ini? Untuk memberi jawaban atas pertanyaan ini, tergantung sudut pandang dari mana kita melihat persoalannya. Kalau dari segi pemerintahan, hal ini terjadi sebagai bentuk sisi lemahnya otonomi daerah. Otonomi daerah memberi peluang untuk melakukan revisi dan evaluasi spesifik terhadap suatu kebijakan nasional, sehingga memungkinkan terjadinya pelanggaran terhadap tata ruang yang telah diundangkan di tingkat daerah.

Dari sisi hukum, akan memberikan jawaban atas persoalan ini karena tidak adanya supremasi hukum dan lemahnya aparat penegak hukum. Dari sisi sosial dan budaya, hal ini disebabkan karena kemajemukan ras dan suku bangsa sehingga bentuk interaksi dan cara pandang masing-masing dengan lingkungannya pun berbeda-beda. Sehingga tidak mudah dikungkung atau diubah dalam suatu aturan penataan ruang, apalagi penataan ruang yang disusun tersebut tidak berbasis pada kearifan lokal.

## **2. Fungsi Pemantauan (*Monitoring Functions*)**

Pada fungsi pemantauan, pemerintah dengan lembaga dan badan-badan strategisnya bisa menyusun suatu strategi pantau yang bersifat preventif dalam hal perlindungan lingkungan. Tentu saja hal ini bisa berjalan ideal apabila semua komponen dan asumsi sudah kondusif seperti penegakan hukum, dan lain sebagainya.

Salah satu bentuk pemantauan tertuang pada Dokumen AMDAL, yang diikuti dengan RPL (Rencana Pemantauan Lingkungan). Artinya, Dokumen AMDAL yang sebenarnya merupakan bagian terintegrasi dari KLHS sudah membuat langkah-langkah preventif terhadap kerusakan dan atau pencemaran lingkungan. Bahkan juga sudah disusun rencana pemantauan sekaligus dan merupakan bagian yang tak terpisah dari sebuah Dokumen AMDAL. Tentang materi dan metodologi AMDAL ini akan dibahas pada Sub Bab khusus sebagai instrumen PPLH pada Bab IX. Instrumen PPLH pada sub bab A. Legalitas.

Pertanyaan yang sama juga bisa dilontarkan, kenapa tidak bisa berjalan efektif? jawabannya pun akan sama dengan jawaban sebelumnya.

## **3. Fungsi Pengawasan (*Control Functions*)**

Tak berbeda dengan fungsi pengatur dan fungsi pemantau sebelumnya, fungsi pengawas juga demikian halnya. Pemerintah sudah mempunyai seperangkat personil yang terkonsentrasi pada suatu badan / instansi yang berkompeten untuk ini.

Kembali kepada persoalan kenapa dengan fungsi-fungsi ini, perlindungan lingkungan belum bisa berjalan?

Pada pembahasan ini, sebenarnya kita diberikan wawasan untuk dapat mencermati dan menilai beberapa kebijakan yang ada, dan memungkinkan untuk diterapkan, selagi tetap berorientasi pada perlindungan lingkungan. Kalau sudah dilihat suatu bentuk kebijakan tidak berjalan efektif dan efisien, tidak ada salahnya kita mencoba membuka cakrawala dan sudut pandang untuk memilih dari alternatif kebijakan lain yang bisa lebih optimal sebagai instrumen kebijakan.

Dari pembahasan dan penjelasan sebelumnya, kita sudah memahami faktor-faktor yang berpotensi dan menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan, seperti eksternalitas, sumber daya yang bersifat milik umum, dan sumber daya kepemilikan bersama. Ke tiga hal tersebut tidak bisa diatur oleh pihak selain dari pemerintah. Di samping itu, yang harus kita ingat ialah bahwa alasan yang mengharuskan pemerintah campur tangan dalam hal pengelolaan lingkungan ialah untuk efisiensi.

Pencemaran merupakan contoh dari dampak eksternal yang negatif yang menimbulkan biaya pada orang atau pihak lain yang tidak terlibat dalam proses mencemari tersebut. Mekanisme pasar bebas tidak mendorong pembuat pencemaran berusaha mengurangi kerusakan yang ditimbulkannya karena ada pihak lain (eksternal) yang mau menanggung beban kerusakan tersebut. Oleh karenanya pasar tidak dapat dibiarkan untuk secara otomatis dapat menanggulangi pencemaran pada tingkat wajar.

Menurut Ronald Coase tidak ada alasan efisiensi apapun untuk pemerintah terlibat dalam hal eksternalitas, kecuali dalam hal menentukan dan menegakkan hal penguasaan dan pengawasan (*property right*) terhadap sumber daya tertentu. Menurutnya, siapa saja yang terkena dampak pencemaran, maka mereka memegang hak terhadap lingkungan yang tidak tercemari. Akan berarti bahwa para pencemar harus menyuap para korban pencemaran untuk sudi menerima pencemaran sampai suatu derajat tertentu (*compensating variation*).

Pernyataan Ronald Coase sesuai dengan prinsip pencemar membayar (*polluter pays principle*). Di mana, sebaliknya jika pencemar yang mempunyai hak untuk mencemari, maka calon para korban pencemaran dapat membayar si pencemar untuk tidak mencemari (*equivalent variation*).

Untuk semua kasus dengan prinsip pencemar membayar (*polluter pays principle*) yang juga dinyatakan oleh Ronald Coase tersebut, asal tidak ada biaya negosiasi pasti akan tercapai alokasi pencemaran yang optimal. Keadaan ini bisa dicapai apabila jumlah pencemar dan jumlah yang akan menjadi korban tercemar tidak banyak dan tetap jumlahnya. Sehingga, campur tangan tidak diperlukan.

Pada umumnya asumsi yang digunakan dalam hal campur tangan pemerintah adalah pasar dalam keadaan persaingan sempurna. Padahal dalam praktiknya, keadaan yang demikian jarang ditemui. Di negara yang sedang berkembang banyak pasar relatif kecil ukurannya, banyak rintangan masuk, tarif, biaya transportasi yang tinggi, akses terhadap kredit, teknologi dan penegakan hukum masih terbatas. Produk untuk kepentingan umum dan berbagai industri sering merupakan sumber kerugian, dan maksimalisasi laba atau minimalisasi biaya bukan merupakan tujuan utama.

Dalam beberapa penelitian banyak industri di negara berkembang seperti industri bubur kertas dan peleburan tembaga telah menjadi terkonsentrasi dengan kekuatan *oligopoly* dan monopoli karena adanya campur tangan pemerintah. Hal ini mungkin terjadi karena pengarahannya yang berlebihan terhadap peralatan yang harus digunakan atau merupakan cerminan bahwa banyak para pengusaha yang cenderung tidak menghendaki masuknya perusahaan-perusahaan baru ke dalam industri.

Di samping itu banyak perusahaan kecil yang sifatnya informal yang merupakan sumber pencemar. Konsentrasi perusahaan-perusahaan tersebut dalam industri akan menekan biaya pemantauan serta biaya penegakan hukum dan peraturan, tetapi penggunaan instrumen yang fleksibel seperti pajak dan peraturan terhadap penggunaan bahan dapat juga menekan biaya pemantauan dan penegakan peraturan. Mungkin ini merupakan cara untuk menekan emisi dari perusahaan-perusahaan kecil tanpa mendesak mereka keluar dari bidang usahanya.

### **C. Peran Pendidikan dan Pelatihan**

Pendidikan dan pelatihan tak bisa lepas dalam hal PPLH. Sebagaimana kita ketahui fungsi pendidikan itu selain mewariskan nilai dan keterampilan hidup, ia juga merupakan fungsi pengembangan nilai dan

rekonstruksi sosial. Oleh karena itu, terjadinya masalah dalam lingkungan hidup, yang berhubungan dengan perilaku maka pendidikan harus berperan sesuai dengan fungsinya tersebut secara ideal.

Selama ini, sepertinya kurang populer dipahami di kalangan lapisan masyarakat bahwa kerusakan dan pencemaran lingkungan, yang sudah diketahui sebagai ulah manusia, sebenarnya harus dikembalikan pada akar permasalahannya. Akar semua permasalahan lingkungan itu adalah sebagai akibat dari sebuah perilaku.

Perilaku manusia berangkat dari sikap dan pengetahuan. Sikap dan pengetahuan dari dimensi pendidikan sangat dekat sebuah karakter. Pembentukan karakter tentu saja berlangsung di alam ini sepanjang hayat (*long live education*).

Jalur pendidikan dan pelatihan terbagi 3 (tiga) yaitu formal, informal dan nonformal. Masing-masing memiliki efektivitas dan karakteristik yang unik satu sama lain. Dalam kaitannya dalam PPLH masing-masing memiliki fungsi yang sama untuk mengubah perilaku. Perbedaan hanya soal kelompok sasaran, tempat dan prosedur proses pendidikan/pembelajaran atau pelatihan.

### **1. Jalur Formal**

Beberapa hal terkait untuk penanaman nilai kesadaran lingkungan pada Jalur formal adalah sebagai berikut.

#### **a. Integrasi muatan lingkungan ke dalam mata pelajaran.**

Karena mata pelajaran khusus tentang lingkungan hidup di tingkat SD tidak ada, maka pada tematik, atau pada kurikulum KTSP diintegrasikan nilai dan pengetahuan tentang PPLH oleh tenaga pendidik. Hal ini sudah dilakukan di beberapa sekolah tapi tetap saja perlu ditingkatkan ke depan.

Kegiatan ini bisa dilakukan dengan mengajak peserta didik ke luar kelas dan mempraktikkan kegiatan perlindungan lingkungan berupa penerapan prinsip 3R (*Reduce, Reuse dan Recycle*).





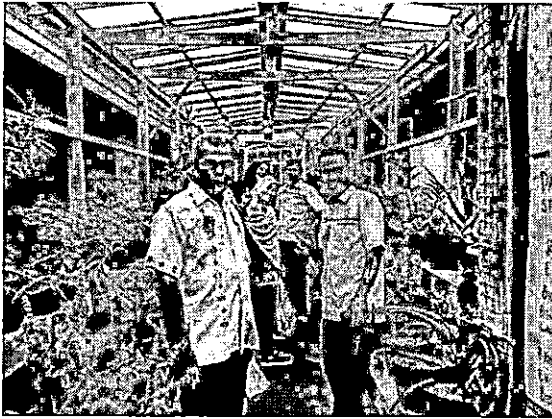
**Gambar 21. Guru & Siswa Sedang Praktik Pemanfaatan Barang Bekas**

- b. Pembiasaan karakter peduli lingkungan dan ditunjang dengan sarana dan prasarana di sekolah.

Dengan adanya pendidikan karakter di tingkat dini di pendidikan jalur formal, maka salah satu aspeknya adalah tersedianya sarana dan prasarana serta media yang berhubungan dengan lingkungan hidup. Seperti adanya bank sampah, tempat cuci tangan dan lain sebagainya. Sebab jika tidak ada sarana yang mendukung maka nilai yang sudah ditanamkan ke peserta didik tidak akan terwujud dengan perilakunya.

Dari hasil observasi penulis di lapangan, ditemukan beberapa sekolah yang sudah melakukan pembiasaan pada jadwal tertentu melakukan makan bersama dengan membawa kemasan dari rumah. Tujuannya di samping mengurangi kebiasaan jajan di luar untuk alasan kesehatan, juga untuk mengurangi sampah bekas jajan dan makan. Karena kebanyakan kemasan makanan yang dijual di lingkungan luar sekolah masih ada yang bersifat tidak ramah lingkungan.

Dalah hal sarana dan pra sarana atau media pembelajaran yang sekaligus bisa dijadikan media untuk mengatasi masalah lingkungan hidup pun sudah digalakkan di sekolah-sekolah. Salah satu contoh media ini adalah rumah kaca (*green house*).



**Gambar 22. Media Lingkungan Hidup di Sekolah**

Terlihat pada Gambar 22 penulis sedang melakukan pemantauan ke salah satu sekolah di Kabupaten Pariaman Sumatera Barat. SMA 1 di V Kampung Dalam ini melengkapi sarana dan media lingkungan berupa rumah kaca. Media ini digunakan oleh siswa dalam belajar dan penanaman nilai lingkungan hidup. Hal ini perlu ditingkatkan di sekolah-sekolah lain.

c. Peningkatan pengetahuan warga sekolah tentang PPLH.

Warga sekolah adalah semua orang yang memegang peran pada sebuah sekolah. Di mulai dari siswa sebagai peserta didik, guru sebagai tenaga pendidik, pegawai dan penjaga sekolah sampai pada penjual di kantin dan lain sebagainya. Karena upaya penanaman nilai lingkungan di sekolah tidak bisa dilakukan oleh satu atau beberapa orang saja, melainkan secara simultan oleh semua warga sekolah.

Adanya kebijakan dari kepala sekolah, dan diinternalisasi ke dalam kurikulum, selanjutnya ketersediaan sarana dan pra sarana tidak bisa optimal tanpa adanya partisipasi. Partisipasi datang dari luar pihak sekolah, maupun dari warga sekolah mengadakan kegiatan yang bersifat PPLH di luar lingkungan sekolahnya. Inilah yang memungkinkan optimalnya sekolah menjadi wadah strategis dalam upaya PPLH.

Pengetahuan warga sekolah perlu ditingkatkan melalui bimtek atau pelatihan dengan mendatangkan pihak luar yang terkait. Pihak yang terkait bisa dari Dinas Lingkungan Hidup, LSM, dan Perguruan Tinggi.



**Gambar 23. Narasumber PPLH dari Perguruan Tinggi di Sekolah**

Pada Gambar 23 terlihat partisipasi dari pihak luar ke dalam lingkungan sekolah dalam kegiatan peningkatan pengetahuan warga sekolah terhadap upaya PPLH. Sebuah sekolah di Kota Bukittinggi, SD 01 Campago Ipuh di Mandiangin. Sekolah ini, pada Tahun 2018 berpredikat sebagai Sekolah Adiwiyata Tingkat Provinsi. Predikat Sekolah Adiwiyata adalah sekolah yang peduli dan berbudaya lingkungan. Hal ini menandakan pengaruh adanya partisipasi dari luar ke sekolah menunjukkan hasil yang memuaskan bagi pihak sekolah, karena siswa merasa lebih termotivasi untuk melaksanakan apa yang menjadi tuntutan dari upaya PPLH di sekolah.

Selain untuk memberikan materi, pihak sekolah juga bisa melakukan kegiatan yang bertema lingkungan hidup di sekolah dan mengundang pihak berkompeten untuk datang. Seperti terlihat pada Gambar 24.



**Gambar 24. Pameran Lingkungan Hidup di SMA 13 Padang**

Pada Gambar 24 terlihat sebuah sekolah, SMA 13 Kota Padang sedang melakukan acara gebyar pameran lingkungan hidup. Pihak sekolah mendatangkan juri dari Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat untuk lebih afdolnya acara tersebut. Terlihat pada gambar dari kiri ke kanan, salah seorang guru sebagai ketua panitia, juri dari LSM dan dari DLH Provinsi, Bapak Dasril, Sp., M.Si sedang melakukan penilaian dan Ibu Guru Ketua Upaya PPLH di sekolah.

Kegiatan-kegiatan di atas merupakan tajuk di sekolah sebagai upaya untuk menanamkan nilai lingkungan hidup, di samping integrasi muatan lingkungan hidup pada mata pelajaran. Hal ini perlu ditingkatkan.

d. Adanya partisipasi pihak sekolah dalam upaya PPLH.

Kalau pada poin c di atas, merupakan upaya sekolah mendatangkan partisipasi dari pihak luar dalam rangka PPLH. Sekarang, partisipasi sekolah ke luar. Hal ini sekaligus sosialisasi program dan kegiatan lingkungan hidup seperti pada suatu daerah misalnya ada kegiatan gotong royong lalu pihak sekolah pun mengutus warga sekolah ke sana.

Bentuk partisipasi ini telah dilakukan di beberapa tempat seperti pada hari-hari lingkungan hidup ada kegiatan bersama sama ke pesisir atau ke daerah aliran sungai. Tujuannya adalah di samping untuk kegiatan pembersihan juga merupakan upaya nyata kampanye lingkungan hidup.

- e. Adanya komitmen dari *stakeholder* di daerah.

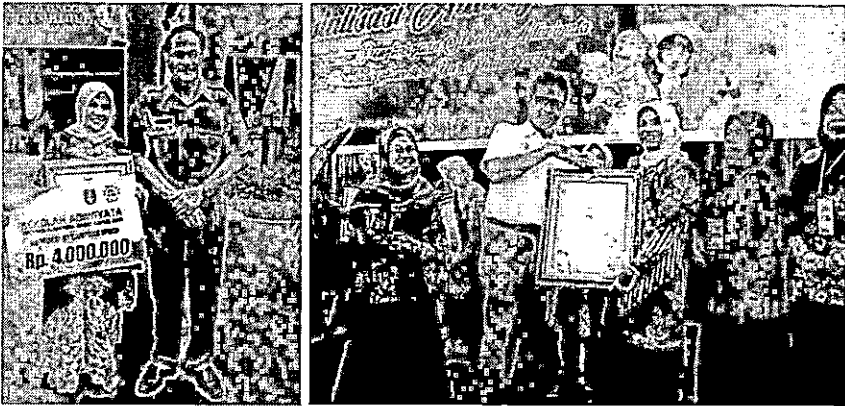
*Stakeholder* di daerah adalah pemangku kebijakan di Satuan Kerja Perangkat Daerah. Dimulai dari Kepala Daerah sampai pada jajarannya melalui pembentukan tim untuk penanaman nilai peduli lingkungan di sekolah yang terdiri dari komponen terkait, seperti dari Dinas Kesehatan, Dinas Pendidikan, Dinas Lingkungan Hidup, LSM, Perguruan Tinggi dan lain sebagainya.

Selain itu, komitmen dari *stakeholder* juga ditunjukkan dengan adanya sumber dana yang dialokasikan untuk program-program yang berhubungan dengan PPLH di sekolah. Walaupun bukan karena adanya *reward* maka sebuah sekolah akan berupaya aktif untuk upaya PPLH, tapi dengan adanya *reward* dari daerah, akan menampakkan kesungguhan bahwa itu adalah program penting dari daerah.

Dari hasil observasi yang penulis lakukan di beberapa sekolah yang ada di kabupaten dan kota di Wilayah Provinsi Sumatera Barat, diketahui bahwa rata-rata pihak sekolah merasa kurang termotivasi apabila suatu kegiatan yang berbau lingkungan hidup tidak didukung oleh adanya *reward* dari pihak pemerintah kota. Mereka cenderung program atau kegiatan yang tidak ada *reward* adalah suatu program yang tidak penting atau tidak terlalu urgen untuk dilaksanakan.

Di lain sisi, apabila suatu program dari pemerintah pusat atau daerah dilakukan dengan adanya *reward* dari pemerintah setempat maka pihak sekolah merasa termotivasi dan didukung penuh untuk menyukseskan program tersebut.

*Reward* tidak perlu banyak tapi ada, walau sedikit akan memberikan motivasi dan kebanggaan serta kepuasan pada pihak sekolah. Misalnya di tingkat kabupaten dan kota ada penghargaan dari walikota dan pada tingkat provinsi juga demikian. Penghargaan bisa berupa piagam, souvenir atau dalam bentuk uang yang bisa digunakan oleh pihak sekolah bagi pengembangan sekolahnya terhadap upaya PPLH.



**Gambar 25. Reward bagi Sekolah dari Walikota dan Gubernur**

Pada foto terlihat bagaimana komitmen daerah terhadap sekolah yang telah berdedikasi pada lingkungan hidup. Foto kiri, Kepala Dinas Pendidikan Kota Bukittinggi Bapak Melfi usai penyerahan *reward* kepada Kepala Sekolah Ibu Umi Monaliza YD, S.Pd. Foto kanan terlihat penyerahan penghargaan berupa piagam dari Gubernur Sumatera Barat Bapak Prof Dr H. Irwan Prayitno kepada beberapa Kepala Sekolah yang telah berprestasi di bidang lingkungan hidup. Terlihat Bapak Gubernur didampingi dari Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Barat oleh Ibu Sekretaris DLH Provinsi Ir Novarita di samping kiri.

Pembentukan karakter secara terencana dan sistematis tentu terjadi di sekolah. Oleh karena itu, perlu adanya muatan PPLH diintegrasikan ke dalam proses pembelajaran melalui mata pelajaran semaksimal mungkin. Memang harus diintegrasikan, bukan diinternalisasi atau diintroduksi. PPLH bukan sebuah mata pelajaran yang berdiri sendiri di pendidikan tingkat dasar dan menengah.

Tenaga pendidik sebagai lini depan dalam ranah pendidikan formal perlu meningkatkan kepedulian dan kemauannya untuk tertarik terhadap PPLH. Selama ini memang sudah ada dilakukan hal-hal ke arah tersebut. Kepala sekolah sudah semakin meningkatkan kemampuannya dalam segala hal sesuai fungsi pendidik dan fungsi manajerial melalui kegiatan-kegiatan pelatihan

dan lain sebagainya. Diharapkan materi dan wacana PPLH ini menjadi hal yang populer bagi masyarakat, pihak birokrat dan terutama sekali bagi tenaga pendidik dan kepala sekolah di sekolah tingkat dasar, tingkat menengah dan madrasah.

f. Penelitian dan Pengabdian Masyarakat dari Perguruan Tinggi

Perguruan Tinggi memiliki program studi atau jurusan di S1 dan S2 serta S3 yang terkait dengan lingkungan. Hal ini merupakan aspek PPLH yang juga masuk dalam ranah pendidikan formal. Banyak sarjana dan magister serta doktor lingkungan hidup saat ini dan setiap tahun selalu bertambah.

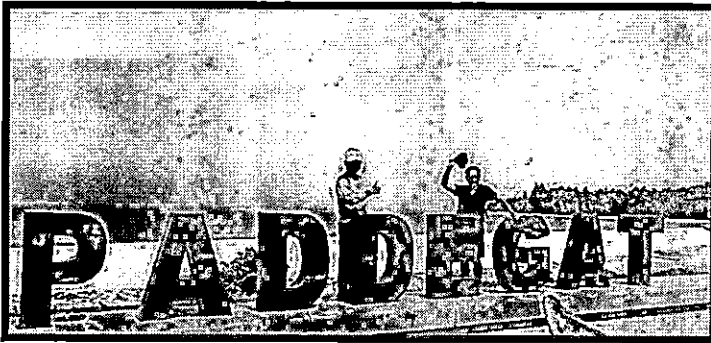
Hal ini secara langsung telah membangun kesadaran lingkungan di tengah masyarakat yang terpelajar. Diharapkan secara langsung mereka dapat berkiprah di bidang lingkungan atau bidang apa saja dan tidak melupakan ilmu yang telah ia miliki sewaktu kuliah.

Selain itu, pada Perguruan Tinggi, juga ada lembaga seperti Pusat Penelitian Kependudukan dan Lingkungan Hidup (PPKLH) di UNP dan Pusat Studi Lingkungan Hidup (PSLH) di Unand. Melalui lembaga ini, kegiatan pengabdian pun bisa dilakukan.



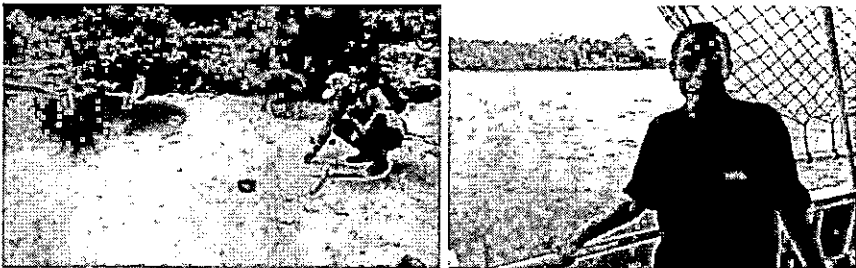
Gambar 26. Pengabdian Masyarakat dari Perguruan Tinggi.

Pengabdian dilakukan dengan melakukan kerja sama dengan pihak pemerintah daerah. Tujuannya agar lebih terjadi penyamaan persepsi dan tindak lanjut dari hasil pengabdian bisa menjadi aset bagi daerah setempat.



**Gambar 27. Penulis di Lokasi Ekosistem Pesisir**

Kita tak bisa menutup mata bahwa pada dasarnya kerusakan dan pencemaran lingkungan memang disebabkan dan didominasi oleh sektor industri. Bisa disebut peristiwa yang disebabkan oleh faktor laten. Bahaya yang terjadi tidak seketika itu juga. Sehingga diperlukan kepekaan ilmiah dan langkah ilmiah dalam menyikapinya. Langkah ilmiah dengan seperangkat metode ilmiah yang didasari ilmu multidisiplin menghendaki tim kerja yang interaktif dalam menyikapi persoalan lingkungan hidup.



**Gambar 28. Penulis di Lokasi Survey**

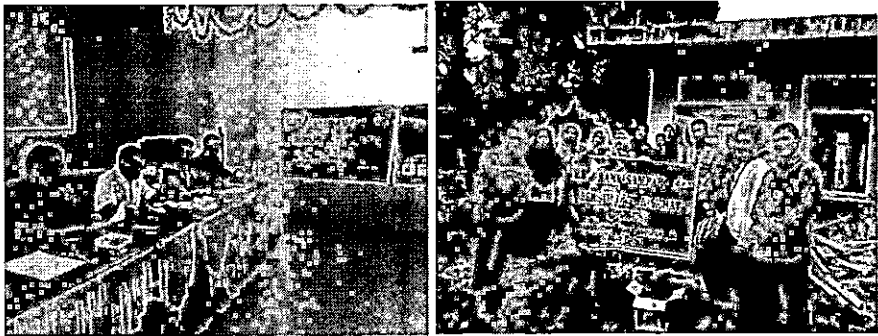
Survey dilakukan untuk melakukan identifikasi terhadap suatu ekosistem yang diduga telah terkena dampak dari suatu kegiatan industri. Survey merupakan salah satu dari langkah ilmiah karena merupakan rangkaian dari studi dan riset untuk menyusun buku ini yang telah dimulai sejak November 2019.



Pada gambar 3 terlihat ke dua penulis sedang melakukan kegiatan yang berkaitan dengan riset terkait Ekologi Industri baik secara teoretis maupun praktis. Gambar atas penulis sedang di ekosistem DAS dan yang di bawah ekspedisi riset ke kawasan ekosistem mangrove.

## 2. Jalur Informal

Jalur informal bidang pendidikan lebih kepada upaya nyata di tengah masyarakat. Hal ini perlu ditingkatkan di setiap daerah. Pelaksanaan kegiatan bisa dimotori oleh daerah setempat dengan bekerja sama dengan lembaga-lembaga swadaya masyarakat pemerhati lingkungan.



**Gambar 29. Pembentukan Bank Sampah di Tengah Masyarakat**

Pada Gambar 29 terlihat di kiri bimbingan teknis dan administrasi Bank Sampah di Nagari Gadut Kabupaten Agam yang penulis lakukan dan foto kanan pengurus Bank Sampah terbentuk dan di SK kan oleh Bupati.

Salah satu alasan keberadaan Bank Sampah merupakan salah satu pengendalian sampah dalam upaya PPLH adalah karena dengan adanya Bank Sampah maka proses pemilihan telah dilakukan di tingkat masyarakat. Selain itu, mampu meningkatkan ekonomi masyarakat setempat.

## 3. Jalur Nonformal

Jalur informal bidang pendidikan lebih kepada pelatihan, kursus atau bimbingan teknis. Kegiatan ini pun bisa dan telah dilakukan dalam

berbagai hal yang intinya adalah menyosialisasikan di tengah masyarakat tentang nilai-nilai lingkungan hidup. Ada 2 hal yang upaya pendidikan dan pelatihan melalui jalur nonformal ini, dilihat dari sifatnya. Pertama adalah sosialisasi untuk pencegahan dan yang kedua untuk pengendalian atau untuk solusi permasalahan.

Salah satu yang pernah dilakukan berupa pembentukan kelompok peduli lingkungan di satu wilayah. Kelompok ini dibekali terlebih dahulu dengan permasalahan dan analisis situasi di lingkungan mereka. Selanjutnya kelompok ini lah yang menjadi *leader* di tengah masyarakatnya.

Demikianlah tentang aspek-aspek dalam upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang ada saat ini. Aspek-aspek ini secara terurai akan dibicarakan pada bab IX Instrumen PPLH. Perbedaan antara aspek dengan instrumen adalah dilihat dari sifat dan kegiatan. Aspek berarti bersifat hal-hal atau peran siapa untuk apa dan siapa sasarannya. Sedangkan pada instrumen PPLH berarti merujuk pada alat yang bisa digunakan untuk upaya PPLH secara nyata. Instrumen lahir dari aspek yang ada. Selanjutnya upaya nyata berupa aksi dan implementasi lahir dari instrumen yang telah disiapkan.

#### **D. Ekologi Industri sebagai Harapan**

Dari sekian aspek berupa peran pemerintah berupa fungsi regulator, pemantauan dan pengawasan, pada dasarnya tidak ada yang bisa disebut lebih baik dan ada pula yang kurang baik. Kesemuanya tentu secara teoretis dan konsep sudah sangat baik. Permasalahannya ialah bahwa satu aspek yang melahirkan kebijakan atau kegiatan berupa instrumen dinilai baik atau tidak baik, bukan dilihat dari substansinya, tetapi dilihat dari bagaimana peran dari aspek tersebut dan apa instrumen yang dikeluarkan serta bagaimana pelaksanaannya.

Jika suatu instrumen sederhana saja dan itu telah diterapkan secara turun temurun dalam suatu masyarakat dengan lingkungannya dalam konsep etika lingkungan atau dikenal dengan kearifan lokal, maka itu jelas lebih baik dari seperangkat undang-undang lingkungan yang tidak efektif berjalan. Kelemahan biasanya terletak bukan pada instrumennya tapi pada siapa yang menjalankannya.

Pada bab akhir ini, penulis ingin mengemukakan bahwa Ekologi Industri secara teoretis dan praktis adalah suatu instrumen dalam upaya nyata PPLH. Di samping itu, juga mempunyai sinergis dengan sektor ekonomi dan sosial masyarakat. Dengan demikian sebagai instrumen ia lebih bisa digunakan secara partisipatif oleh semua pihak dan kepentingan.

Selama ini, instrumen lebih pada kewenangan di satu institusi dan atau lembaga tertentu yang mengakibatkan sukar untuk diterapkan apabila tidak ada partisipasi dari pihak lain. Masalah lingkungan hidup tentu bukan masalah sekelompok orang atau satu orang saja. Oleh karena masalah lingkungan adalah masalah orang banyak dan berdampak jangka panjang maka setiap orang harus ambil peran.

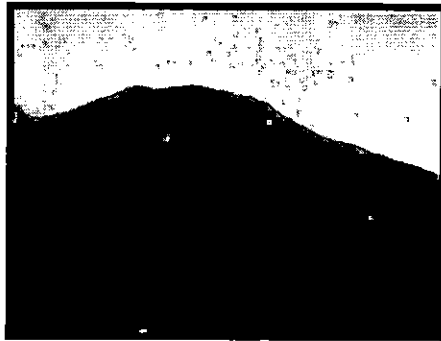
Peran penting seseorang atau sekelompok orang dalam upaya PPLH tentu mempunyai keterbatasan. Keterbatasan itu pada dasarnya terjadi bukan ada yang membatasi, tapi karena tidak adanya koridor yang cukup akomodatif untuk semua pihak bisa berperan sesuai dengan kapasitas masing-masing.

Contohnya adalah apabila suatu nilai dan etika lingkungan masih dijaga dan diwarisi serta ditaati oleh suatu kelompok masyarakat maka sistem kontrol sosial berjalan untuk lingkungan hidup mereka. Kenapa demikian? Karena mereka masing-masing telah membentuk sistem yang hidup dalam lingkungan secara bersama sama terlibat aktif untuk lingkungan hidup karena mereka punya nilai dan sistem nilai untuk itu.

Antara manusia dengan lingkungan pada suatu area yang memiliki nilai kearifan lokal, akan terjadi terjalin interaksi positif antara sesama komponen ekosistem. Instrumen yang mereka punyai bukan sebuah sistem atau aturan yang datang dari pihak luar, tetapi sudah ada diwarisi turun temurun. Ini merupakan sebuah instrumen yang efektif pada praktisnya, tetapi layaknya sebuah dinamika, perubahan sosial dan pembangunan membuat sistem sosial pun tergeser bersamaan dengan tergusurnya habitat mereka. Di saat orang-orang kemudian sibuk membicarakan aturan hukum sebatas wacana mereka sudah lebih dahulu berbuat sesuai normal dan etika yang mereka anut.

Karena keterbatasan teknologi (baca: mengendalikan nafsu serakah) maka masyarakat setempat hanya memanfaatkan sumber daya lingkungan seadanya. Lingkungan pun memberi ketersediaan daya dukung yang

optimal karena punya waktu yang cukup untuk membentuk keseimbangan alami dan suksesi alami yang terjadi sepanjang waktu. Sistem keseimbangan alamiah punya waktu yang cukup untuk itu. Mari lihat Gambar 30.



**Gambar 30. Ekosistem di Lereng Gunung Merapi**

Terlihat pada Gambar 30 Gunung Merapi di Provinsi Sumatera Barat, di salah satu *view* di tengah perjalanan antar 2 kota. Terlihat puncak gunung diterpa cahaya matahari di satu pagi. Di samping memberikan pemandangan yang elok dan syahdu, juga seolah mempersaksikan kepada kita bahwa alam masih bersahabat dengan manusia disana, karena mereka memberikan aksi yang tidak berlebihan pula kepada alam. Udara yang diberikan bagi kehidupan manusia masih layak dan belum tercemar sebagaimana udara di kota besar. Tanah di hamparan kaki gunung merupakan lahan yang produktif dan menjamin ketersediaan untuk masa mendatang, karena teknik pengolahan tanah masih konservatif.

Sebenarnya, ekosistem tersebut merupakan *public goods* yang dapat dinikmati semua orang. Setiap orang pun bisa mendapatkan udara yang bersih dan suasana bebas bising dan lain sebagainya.

Dalam memanfaatkan sumber daya yang ada pada lingkungannya, secara umum masyarakat di desa lebih memberi kesempatan untuk daya dukung dan daya tampung yang optimal pada lingkungan. Di samping karena teknologi dan modal, maka tidak bisa dilakukan eksploitasi besar besaran. Tetapi paling tidak mereka punya modal berupa kualitas lingkungan yang tetap lestari.

Dalam memanfaatkan sumber daya alam, yang mayoritas berupa pertanian dan peternakan, mereka mengambil ruang dalam ekosistem pun tidak berlebihan. Untuk aktivitas ekonomi tersebut, mereka membangun sebuah pondok sederhana di ruang yang masih proporsional pada komposisi ekosistem. Lihat Gambar 31.



**Gambar 31. Pondok di Tengah Sawah**

Kondisi yang demikian, ditinjau dari Ilmu Kependudukan juga menghadirkan lingkungan yang ramah anak secara alami. Anak-anak bisa tumbuh dan kembang seiring interaksi yang terjadi di lingkungan hidup mereka. Alam menjadi wadah pendewasaan dan memberikan pendidikan yang baik. Filosofis orang Suku Minangkabau menjelaskan hal itu “Alam Takambang Jadikan Guru”.

Pewarisan nilai-nilai lingkungan ini pun sebenarnya telah direplika di sekolah agar pendidikan di sekolah menjadi pelajaran bermakna yang kontekstual dan realitas. Upaya mewujudkan sekolah yang ramah lingkungan adalah salah satu cara yang ditempuh agar realita lingkungan hidup benar-benar dirasakan oleh peserta didik di sekolah pada jalur formal, sehingga mereka tidak menganggap pendidikan telah menjauhkan mereka dari kehidupan yang realitas.



**Gambar 32. Lingkungan Ramah Anak di Desa**

Terlihat pada Gambar 32, anak-anak di desa bermain dengan alam. ketika siang mereka membebaskan diri bersatu dengan alam sekitar. Tiada sekat abstraksi dan batas semu antara mereka dengan lingkungan. Sejak kecil mereka sudah sangat mengenal bagaimana alam dengan masing-masing komponen berinteraksi dengan mereka.

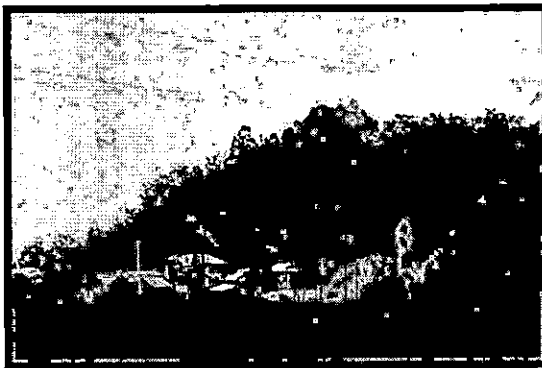
Pada malam hari, dulu anak-anak bermain bayang-bayang di bawah sinar bulan. Suara jangkrik masih terdengar, tanpa raungan mesin-mesin industri. Pagi datang mereka melihat intipan sinar matahari dan menghirup udara yang bersih pula. Mereka masih melihat titik embun di kelopak mawar dan di tepi hijau daun. Mereka menjadi konsumen yang baik dalam sistem keseimbangan dan siklus material di alam.

Lingkungan yang demikian disebut lingkungan ramah anak. Kondisi di kota yang ramah anak sangat berbeda dengan di desa. Lingkungan ramah anak yang ada di kota-kota, seolah dipaksa dan bersifat seketika. Anak-anak tetap merasa asing dengan itu semua, karena mereka tidak tumbuh bersamanya.

Pada suatu situasi ketika keserakahan datang dari luar ekosistem mereka, sebutlah dari para pelaku industri yang ingin melaksanakan fungsi ekonomis, mereka memerlukan ruang yang lebih. Jalan satu satunya adalah mengubah rona lingkungan alamiah.

Tentu saja hal ini jika dilakukan dengan bijak dan kajian lingkungan yang benar-benar diterapkan juga tidak ada masalah, tetapi biasanya tidak

begitu. Lingkungan alamiah dirubah, dipaksa memperturutkan keinginan manusia. Kalaupun ada aturan atau instrumen yang dibuat faktanya tak bekerja efektif. Logika sederhananya ialah kalau sistem instrumen perlindungan lingkungan itu bekerja efektif maka sudah barang tentu saat sekarang bangsa kita tidak lagi memikirkan dan mengalokasikan sumber daya untuk persoalan lingkungan, tapi bisa dialokasikan secara proporsional yang optimal terhadap kesejahteraan masyarakat, sebagaimana negara-negara maju saat ini.



**Gambar 33. Manusia Mengubah Rona Lingkungan**

Gambar 33 memperlihatkan bagaimana sebuah bukit yang merupakan salah satu penyusun keseimbangan ekosistem di sebuah kawasan, dibabat dan diratakan oleh hasrat manusia dengan alasan manusia perlu “habitat” pula untuk hidup. Perbuatan ini tak sepenuhnya salah. Tetapi apabila dilakukan dengan mengikuti garis *contour* bukit, dan mengkaji dampak lingkungan yang akan muncul, serta telah mengikuti aturan yang supremasi dengan instrumen PPLH dari pemerintah.

Kenyataannya tidak demikian. Sepertinya instrumen PPLH yang ada tumpul untuk membela lingkungan hidup yang sebenarnya adalah tempat di mana manusia itu hidup. LSM yang peduli lingkungan cukup banyak. Sebutlah Wahana Liar yang diketuai oleh Agus Teguh Prihartono dan Head Institute Indonesia di bawah pimpinan Yunhendri Danhas, tapi mereka itu, teman-teman kita itu tak bisa berjuang sendiri-sendiri. Mereka berbenturan dengan banyak sistem.

Pada situasi yang lain, lingkungan yang sudah diubah keseimbangannya, pada Gambar di atas akan terjadi longsor. Siklus hidrologi terganggu. Keseimbangan tata air tak lagi optimal. Siapakah yang menerima akibatnya?

*“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia. Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari perbuatan mereka agar mereka kembali (QS: 30:41)*

Ekologi Industri sebenarnya bisa dipersepsikan sebagai aspek yang tidak hanya berupa seperangkat aturan hukum, tapi lebih pada perbuatan nyata yang didasarkan pada ilmu pengetahuan dan teknologi. Walaupun berangkat dari kalangan akademisi dan ilmuwan tapi apabila telah menjadi sebuah praktik industri semua lapisan akan bisa berperan dalam upaya PPLH, terutama pelaku industri.

Tidak hanya sebagai aspek untuk upaya PPLH, bahkan Ekologi Industri juga bisa dipandang sebagai instrumen untuk PPLH. Tetapi tentu saja tidak bisa berdiri sendiri antara satu instrumen dengan instrumen yang lainnya. Pada Bab IX kita akan lebih merinci lagi tentang instrumen yang menjadi upaya PPLH.

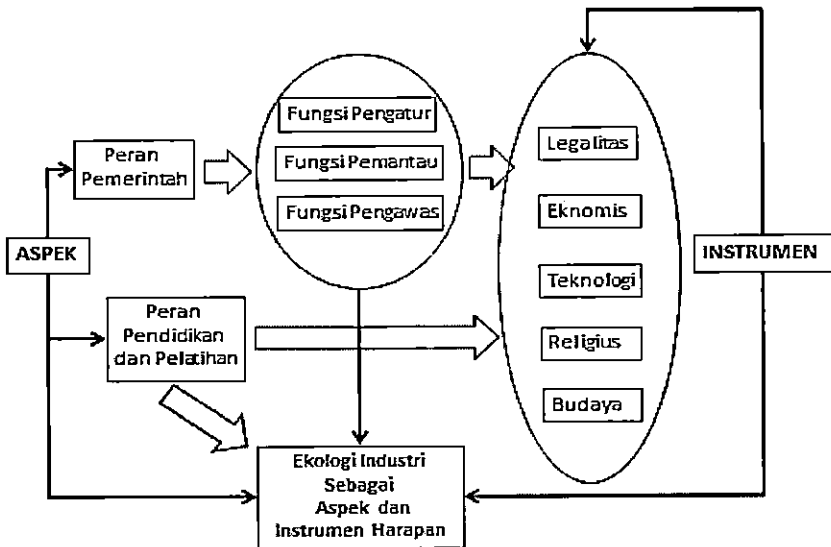


# BAB IX

## INSTRUMEN PPLH

### A. Pendahuluan

Untuk memahami tentang aspek PPLH yang telah dibahas di bab VIII sebelum ini dalam kaitannya dengan instrumen PPLH, maka disajikan skema alur pada Gambar 34 berikut.



Gambar 34. Aspek dan Instrumen PPLH

#### Keterangan Gambar:

##### *Aspek*

Pada Gambar terlihat tulisan dalam kotak yaitu “Aspek”. Artinya adalah apakah aspek yang ada dalam upaya PPLH? Arah panah dari “aspek” ini berarti menunjukkan jawaban atas pertanyaan apa-apa saja aspek PPLH tersebut. Dari Gambar dan ulasan pada Bab VIII telah dijelaskan bahwa aspek itu terdiri atas (1) peran pemerintah, (2) peran pendidikan dan pelatihan serta (3) ekologi industri.

Selanjutnya dari peran pemerintah tersebut melahirkan fungsi pengaturan, fungsi pemantauan dan fungsi pengawasan. Ke tiga fungsi tersebut memiliki 2 buah arah anak panah, yaitu pertama panah ke lingkaran besar yang memuat tulisan dalam kotak sebanyak 5 buah, dan kedua menunjuk kotak yang bertuliskan “ekologi industri”. Ke dua arah panah mengartikan bahwa aspek 3 fungsi pemerintah tersebut berlaku atau berguna dalam hal-hal yang ada pada lingkaran besar dan kotak bertuliskan “ekologi industri”. Aspek ke 2 adalah peran pendidikan dan pelatihan. Aspek ini menunjuk ke lingkaran besar pula. Hal yang sama, bahwa peran pendidikan dan pelatihan tersebut berlaku atau berguna atau terjabar dalam ke 5 hal yang ada di dalam lingkaran besar.

Aspek ke 3, yaitu ekologi industri berbeda arah panahnya. Artinya, ekologi industri tidak hanya sebagai aspek tapi juga sebagai instrumen yang langsung dalam upaya PPLH.

#### Instrumen:

Tulisan “instrumen” pada kotak yang terlihat pada sisi kanan gambar, bertuliskan “instrumen” mengandung arti instrumen apa saja yang ada di dalam upaya PPLH? Dari gambar terlihat arah anak panah 2 buah. Yang pertama pada lingkaran besar dan yang ke dua pada kota yang bertuliskan “ekologi industri”. Hal ini mengandung arti bahwa yang menjadi instrumen PPLH adalah apa yang ada di dalam lingkaran besar dan yang ada di dalam kotak. Terlihat pada lingkaran besar terdapat (1) legalitas, (2) ekonomi, (3) teknologi, (4) religius dan (5) budaya. Sedangkan pada kotak di bawah pada gambar bertuliskan ekologi industri. Dengan demikian terdapat 2 instrumen dalam PPLH yaitu 5 poin di dalam lingkaran dan yang kedua adalah ekologi industri.

Kaitan antara aspek dengan instrumen terlihat bahwa apa yang menjadi 5 instrumen PPLH itu, adalah menjadi arah dari kebijakan dan aturan, pemantauan dan pengawasan dari pemerintah. Selain itu, berarti bahwa ke 5 instrumen tersebut sekaligus menjadi ranah dari peran pendidikan dan pelatihan. Khusus untuk ekologi industri, ia bukanlah hasil dari peran pemerintah dalam fungsi regulator, pemantauan dan pengawasan. Tapi ia merupakan aspek khusus yang sekaligus merupakan instrumen. Sekarang kita akan mengkaji satu per satu dari instrumen tersebut secara detail.

## **B. Instrumen Legalitas**

Yang dimaksud dengan instrumen legalitas adalah hukum dan perundang-undangan. Artinya, dilakukan pendekatan untuk PPLH yang dalam hal ini dapat dibedakan atas 2 yaitu

### **1. Bersifat Mengikat.**

Artinya, upaya ini bersifat mengikat yang apabila tidak dilaksanakan akan dikenakan sanksi hukum, atau ada konsekuensi sanksi yang akan diterima. Contohnya adalah (a) AMDAL (peraturan pemerintah no. 51 / 1993), UKL (Upaya Pengelolaan Lingkungan) UPL (Upaya Pemantauan Lingkungan). (b) BML dan (c) Tata ruang serta (d) KLHS.

Mari kita telaah satu per satu poin yang 1 yaitu yang sifatnya mengikat.

*a. AMDAL (Peraturan Pemerintah No. 51 / 1993), UKL (Upaya Pengelolaan Lingkungan) UPL (Upaya Pemantauan Lingkungan).*

AMDAL adalah singkatan dari “Analisis Mengenai Dampak Lingkungan” (bahasa Inggrisnya: *Environmental Impact Assessment*). AMDAL adalah kajian mengenai dampak besar dan penting suatu usaha dan/atau kegiatan yang direncanakan pada lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan tentang penyelenggaraan usaha dan/atau kegiatan di Indonesia. AMDAL ini dibuat saat perencanaan suatu proyek yang diperkirakan akan memberikan pengaruh terhadap lingkungan hidup di sekitarnya.

Yang dimaksud lingkungan hidup di sini adalah aspek abiotik, biotik dan kultural. Dasar hukum AMDAL di Indonesia adalah Peraturan Pemerintah No. 27 Tahun 2012 tentang "Izin Lingkungan Hidup" yang merupakan pengganti PP 27 Tahun 1999 tentang Amdal. Amdal ini bukanlah barang baru di Indonesia apalagi di dunia. AMDAL telah dilaksanakan sejak Tahun 1982 sampai sekarang.

*Fungsi AMDAL:*

- 1) Membantu proses pengambilan keputusan tentang kelayakan lingkungan hidup dari rencana usaha dan/atau kegiatan
- 2) Memberi masukan untuk penyusunan desain rinci teknis dari rencana dan/atau kegiatan

- 3) Memberi masukan untuk penyusunan rencana pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup
- 4) Memberi informasi bagi masyarakat atas dampak yang ditimbulkan dari suatu rencana usaha dan atau kegiatan
- 5) Awal dari rekomendasi tentang izin usaha
- 6) Sebagai *Scientific Document* dan *Legal Document*
- 7) Izin Kelayakan Lingkungan

### *Prosedur AMDAL*

#### *Proses penapisan (screening) wajib AMDAL*

Proses Penapisan (*screening*) wajib AMDAL sering disebut sebagai proses seleksi wajib AMDAL. Tujuannya adalah untuk menentukan apakah satu rencana kegiatan / proyek, wajib menyusun AMDAL ataukah tidak. Sebenarnya sistem penapisan ini pun terbagi pula dan digunakan sesuai fungsi. Di Indonesia, proses penapisan yang dilakukan adalah sistem penapisan satu langkah.

Ketentuan apakah satu rencana kegiatan / proyek perlu penyusunan dokumen AMDAL ataukah tidak, telah diatur pada Peraturan Menteri Negara LH Nomor 15 Tahun 2012 tentang Jenis Rencana Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib dilengkapi dengan AMDAL.

#### *Proses Pengumuman*

Proses Pengumuman setiap rencana kegiatan / proyek yang diwajibkan untuk membuat AMDAL maka wajib pula mengumumkan rencana kegiatannya kepada masyarakat, sebelum ia sebagai pemrakarsa melakukan penyusunan AMDAL. Pengumuman ini dilakukan oleh instansi yang bertanggung jawab dan oleh pemrakarsa kegiatan. Tata cara dan bentuk pengumuman serta tata cara penyampaian saran, pendapat dan tanggapan pun telah diatur dalam Peraturan Menteri LH No 17 Tahun 2012 tentang Keterlibatan Masyarakat dan Keterbukaan Informasi dalam Proses AMDAL.

### *Proses Pelingkupan (scoping)*

Proses Pelingkupan (*scoping*) merupakan suatu proses awal atau tahap dini untuk menentukan lingkup permasalahan. Selain itu, juga untuk mengidentifikasi dampak penting yang bersifat hipotetis. Dampak hipotetis ini tentu semua kemungkinan dampak potensial yang terkait dengan rencana kegiatan atau proyek.

Adapun tujuan pelingkupan adalah:

- 1) Untuk menetapkan batas wilayah studi
- 2) Untuk identifikasi dampak penting terhadap lingkungan.
- 3) Untuk penetapan tingkat kedalaman studi.
- 4) Untuk penetapan lingkup studi, dan menelaah kegiatan lainnya yang berkaitan dengan rencana kegiatan / proyek yang dikaji.

Selanjutnya, hasil akhir dan proses pelingkupan yang telah dilakukan itu, adalah melahirkan apa yang disebut dengan dokumen KA-ANDAL (Kerangka Acuan Analisis Dampak Lingkungan). Tentu saja saran dan masukan dari masyarakat haruslah menjadi bahan pertimbangan di dalam proses pelingkupan. Bukan sekadar formalitas belaka.

### *Penyusunan dan Penilaian KA-ANDAL*

Penyusunan dan penilaian KA-ANDAL Setelah KA-ANDAL selesai disusun, pemrakarsa dapat mengajukan dokumen kepada Komisi Penilai AMDAL untuk dinilai. Berdasarkan peraturan, lama waktu maksimal penilaian KA- ANDAL adalah 75 hari di luar waktu yang dibutuhkan penyusun untuk memperbaiki / menyempurnakan kembali dokumennya

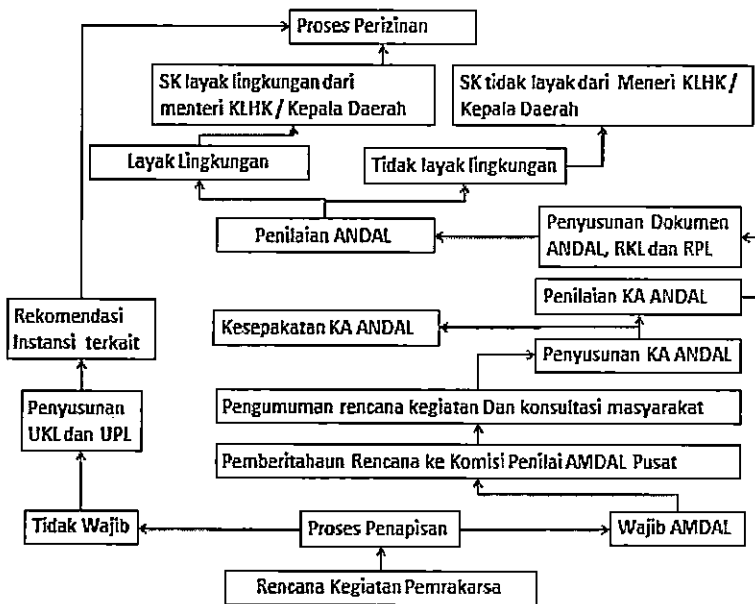
### *Penyusunan dan Penilaian ANDAL, RKL dan RPL*

Setelah penyusunan ANDAL, RKL & RPL dilakukan dengan mengacu kepada KA-ANDAL, lalu pemrakarsa mengajukan dokumen tersebut kepada Komisi Penilai AMDAL untuk dinilai. Berdasarkan peraturan, lamanya waktu maksimal penilaian ANDAL, RKL dan RPL adalah selama 75 hari. Lamanya waktu ini adalah di luar waktu yang dibutuhkan selama penyusun untuk memperbaiki/menyempurnakan dokumen kembali.

### Persetujuan Kelayakan Lingkungan

Setelah KA ANDAL disetujui, selanjutnya dilakukanlah proses penyusunan dokumen AMDAL. Penyusun AMDAL harus dilakukan oleh pemrakarsa. Substansinya adalah memuat jelas suatu rencana usaha dan/atau kegiatan/proyek yang berpotensi menimbulkan dampak penting dan belum memiliki kepastian terhadap pengelolaan lingkungannya.

Tahapan mengenai hal ini, disajikan pada Gambar 35.



Gambar 35. Prosedur AMDAL

### b. BML (Baku Mutu Lingkungan)

Sebagaimana yang telah kita pelajari sebelumnya, bahwa Undang-Undang No 32 Tahun 2009 telah menentukan suatu keadaan lingkungan dapat dikatakan tercemar dan atau rusak, apabila aktivitas manusia telah mengakibatkan peristiwa di mana mutu lingkungan berubah. Mutu lingkungan dikatakan berubah terlebih dahulu ditentukan bakunya. Inilah yang disebut dengan Baku mutu lingkungan.

Baku Mutu Lingkungan Hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup. Jadi, jika unsur-unsur pencemar dalam suatu lingkungan sudah melewati batas baku mutu yang ditetapkan menurut undang-undang, maka lingkungan tersebut dikatakan telah mengalami pencemaran.

Dengan adanya baku mutu ini diharapkan akan terjadi kesamaan pandang dalam memandang lingkungan, dan memang baku mutu ini dimaksudkan untuk melindungi lingkungan dengan semakin banyaknya kegiatan manusia.

Parameter-parameter yang digunakan dalam pengukuran kualitas air limbah adalah:

- 1) BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dipergunakan untuk menguraikan bahan organik oleh mikroorganisme. (secara biokimiawi)
- 2) COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi (mengggunakan oksidator yang kuat seperti asam dikromat & asam sulfat atau potasium permanganat dan asam sulfat dengan katalis garam perak dan garam merkuri).
- 3) TSS (*Total Suspended Solid*) adalah total padatan tersuspensi, yaitu padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak larut dan tidak mengendap langsung.
- 4) DO (*Dissolved Oxygen*) atau oksigen terlarut adalah banyaknya oksigen yang terkandung di dalam air dan diukur dalam satuan mg/l. Oksigen terlarut ini digunakan sebagai derajat pengotoran limbah yang ada. Semakin besar oksigen terlarut, maka derajat pengotoran semakin kecil.

Baku mutu air dan baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan oleh Gubernur dimaksudkan untuk melindungi peruntukan air di daerahnya. Dengan demikian harus diperhatikan dalam setiap kegiatan yang menghasilkan limbah cair dan yang membuang limbah cair tersebut ke dalam air pada sumber air.

Limbah cair harus memenuhi persyaratan antara lain:

- 1) Mutu limbah cair yang dibuang ke dalam air pada sumber air tidak boleh melebihi baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan.
- 2) Tidak mengakibatkan turunnya kualitas air pada sumber air penerima limbah. Hal tersebut mengharuskan agar setiap pembuangan limbah cair ke dalam air pada sumber air, mencantumkan kuantitas dan kualitas limbah.

c. *Tata ruang*

Tata ruang adalah wujud struktur ruang dan pola ruang yang disusun secara nasional, regional, dan lokal. Tata ruang erat kaitannya dengan perencanaan, untuk melihat struktur ruang pada kota. Pengertian tata ruang, diambil dari buku Pengantar Hukum Tata Ruang (2016) karya Yunus Wahid, merupakan ekspresi geografis yang merupakan cermin lingkup kebijakan yang dibuat masyarakat terkait dengan ekonomi, sosial dan kebudayaan. Di Indonesia, konsep perencanaan tata ruang dikembangkan dari masa ke masa.

Dengan gagasan bahwa pembangunan infrastruktur akan mampu mempercepat terjadinya pengembangan wilayah. Pada era 90-an, konsep pengembangan wilayah mulai diarahkan untuk mengatasi kesenjangan wilayah. Jenis perencanaan tata ruang Perencanaan tata ruang terbagi menjadi tiga, yaitu: Perencanaan tata ruang wilayah nasional Perencanaan tata ruang wilayah nasional sudah diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. Baca juga: Mengapa Aceh Dijuluki Kota Serambi Mekkah? Arah kebijakan dan strategi pemanfaatan ruang wilayah negara yang dijadikan acuan untuk perencanaan jangka panjang. Jangka waktu perencanaan tata ruang wilayah nasional adalah 20 tahun. Selama lima tahun sekali akan dilakukan peninjauan. Rencana tata ruang wilayah nasional memuat: Penyusunan rencana pembangunan jangka panjang nasional. Penyusunan rencana pembangunan jangka menengah nasional Pemanfaatan ruang dan pengendalian ruang di wilayah nasional.



Perwujudan keterpaduan, keterkaitan, dan keseimbangan perkembangan antarwilayah provinsi, serta keserasian antar sektor. Penetapan lokasi dan fungsi ruang untuk investasi. Penataan ruang kawasan strategis nasional Penataan ruang wilayah provinsi dan kabupaten dan kota. Kebijakan dan strategi penataan ruang wilayah nasional Kebijakan dan strategi penataan ruang wilayah nasional meliputi kebijakan pengembangan struktur ruang dan pola ruang. Struktur ruang wilayah nasional meliputi: Akses pelayanan perkotaan dan pusat pertumbuhan ekonomi wilayah Kualitas dan jangkauan pelayanan jaringan prasarana transportasi, telekomunikasi, energi, dan sumber daya air. Baca juga: Bangun Kota, Elon Musk Akan Bawa 1 Juta Orang Menetap di Mars pada 2050 Pola ruang wilayah nasional memiliki tiga bagian, yaitu kawasan lindung, kawasan budi daya, dan kawasan strategis nasional. Dengan tujuan sebagai berikut: Tujuan penataan ruang wilayah nasional mewujudkan beberapa hal, di antaranya: Ruang wilayah nasional yang aman, nyaman, produktif, dan berkelanjutan.

Keharmonisan antara lingkungan alam dan lingkungan buatan Keterpaduan pemanfaatan ruang darat, laut, dan udara, termasuk ruang di dalam bumi. Keterpaduan perencanaan tata ruang wilayah nasional, provinsi, dan kabupaten atau kota. Pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat. Perencanaan tata ruang wilayah provinsi Rencana tata ruang yang bersifat umum dari wilayah provinsi. Dalam penyusunan harus mengacu pada rencana tata ruang wilayah nasional. Pedoman tersebut dalam bidang penataan ruang dan rencana pembangunan jangka panjang daerah. Rencana tata ruang wilayah provinsi memuat: Tujuan, kebijakan, dan strategi penataan ruang wilayah provinsi Rencana struktur ruang wilayah provinsi meliputi sistem perkotaan yang berkaitan dengan kawasan pedesaan.

Penetapan kawasan strategis provinsi Arahan pemanfaatan ruang wilayah yang berisi indikasi program utama jangka menengah lima tahunan. Arahan tata ruang wilayah provinsi yang berisi arahan peraturan zonasi sistem provinsi, arahan perizinan, dan lainnya. Tujuan penataan ruang wilayah provinsi merupakan arahan

perwujudan ruang wilayah provinsi yang diinginkan pada masa yang akan datang. Beberapa fungsi dari penataan ruang wilayah provinsi adalah: Sebagai dasar untuk memformulasikan kebijakan dan strategi penataan ruang wilayah provinsi. Memberikan arah bagi penyusunan indikasi program utama dalam rencana tata ruang wilayah. Sebagai dasar dalam penetapan arahan pengendalian pemanfaatan ruang wilayah provinsi.

Rencana tata ruang wilayah kabupaten atau kota Sesuai Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang Pasal 11 Ayat 2, pemerintah daerah kabupaten berwenang dalam melaksanakan penataan ruang wilayah kabupaten. Penataan tersebut meliputi perencanaan tata ruang wilayah kabupaten, pemanfaatan ruang wilayah kabupaten, dan pengendalian pemanfaatan ruang wilayah kabupaten. Fungsi rencana tata ruang wilayah kabupaten atau kota di antaranya: Acuan dalam pemanfaatan ruang atau pengembangan wilayah kabupaten atau kota. Acuan untuk mewujudkan keseimbangan pembangunan dalam wilayah kabupaten atau kota. Acuan dalam penyusunan rencana pembangunan jangka panjang daerah dan rencana pembangunan jangka menengah daerah.

Acuan lokasi investasi dalam wilayah kabupaten atau kota yang dilakukan pemerintah, masyarakat, dan swasta. Pedoman untuk penyusunan rencana rinci tata ruang di wilayah kabupaten atau kota. Acuan dalam administrasi pertahanan Manfaat rencana tata ruang wilayah terdapat beberapa, yaitu: mewujudkan keterpaduan pembangunan dalam wilayah kabupaten atau kota mewujudkan keserasian pembangunan wilayah kabupaten kota dengan wilayah sekitarnya menjamin terwujudnya tata ruang wilayah kabupaten atau kota yang berkualitas (Kompas.com:<https://www.kompas.com/skola/read/2020/01/21>).

d. *KLHS (Kajian Lingkungan Hidup Strategis)*.

Aspek lingkungan dalam penataan wilayah memang sangat penting, meskipun peraturan penataan ruang telah memasukkan unsur-unsur pengelolaan lingkungan dalam aturan dan petunjuk pelaksanaan penataan ruang tetapi belum mampu diaplikasikan mengingat beragamnya kondisi yang ada di setiap wilayah

Indonesia. Wilayah pantai, rawa, dataran rendah, perbukitan dan wilayah pegunungan akan memiliki cara berbeda dalam rangka melakukan upaya penyelamatan lingkungan menuju pembangunan yang lestari. Wilayah hutan alami, hutan sekunder, savana dan wilayah karst akan juga berbeda perencanaan ruangnya. Perbedaan ini hanya bisa dilakukan dengan melakukan perencanaan ruang dengan mengaplikasikan KLHS.

Ambil contoh mengenai aturan sebelumnya yang melarang aktivitas di sepanjang wilayah sungai. Padahal ratusan tahun masyarakat di wilayah Indonesia baik di barat maupun timur hidup di pinggiran sungai dengan berbagai alasan yang relevan dengan kondisi masyarakat itu sendiri.

*Highlight* tentunya tetap pada kapasitas perencanaan di daerah, ketika penerapan tata ruang di kabupaten belum lagi merata kapasitasnya, UU no 32 2009 mengenai pengelolaan lingkungan hidup mengamanatkan penerapan Kajian Lingkungan Hidup Strategis/KLHS. Ini menjadi tambahan tugas baru buat daerah yang harus di-*follow up* dengan beberapa kegiatan.

#### *Apa Payung Hukum Pelaksanaan KLHS?*

Yang menjadi payung hukum pelaksanaan KLHS adalah UU no 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pasal 15 khususnya mewajibkan pelaksanaan KLHS:

*Pemerintah dan pemerintah daerah wajib membuat KLHS untuk memastikan bahwa prinsip pembangunan berkelanjutan telah menjadi dasar dan terintegrasi dalam pembangunan suatu wilayah dan/atau kebijakan, rencana, dan/atau program.*

Kemudian secara detail terdapat Permen LH no 9 tahun 2011 mengenai Pedoman KLHS. Permen ini menjadi pedoman dalam penyusunan KLHS, meskipun secara detail masih harus diperjelas lagi mengenai aspek-aspek teknis dan metode dalam penyusunan KLHS.

### *Apa itu KLHS?*

Sadler dan Verheem (1996):

“KLHS adalah proses sistematis untuk mengevaluasi konsekuensi lingkungan hidup dari suatu usulan kebijakan, rencana, atau program sebagai upaya untuk menjamin bahwa konsekuensi dimaksud telah dipertimbangkan dan dimasukkan sedini mungkin dalam proses pengambilan keputusan paralel dengan pertimbangan sosial dan ekonomi”

Therivel et al (1992):

“KLHS adalah proses yang komprehensif, sistematis dan formal untuk mengevaluasi efek lingkungan dari kebijakan, rencana, atau program berikut alternatifnya, termasuk penyusunan dokumen yang memuat temuan evaluasi tersebut dan menggunakan temuan tersebut untuk menghasilkan pengambilan keputusan yang memiliki akuntabilitas publik”.

### *Mengapa perlu KLHS?*

Ada banyak alasan menjadi penting, di antaranya:

- 1) Meningkatkan manfaat pembangunan.
- 2) Rencana dan implementasi pembangunan lebih terjamin keberlanjutannya.
- 3) Mengurangi kemungkinan kekeliruan dalam membuat prakiraan/ prediksi pada awal proses perencanaan kebijakan, rencana, atau program pembangunan.
- 4) Dampak negatif lingkungan di tingkat proyek pembangunan semakin efektif diatasi atau dicegah karena pertimbangan lingkungan telah dikaji sejak tahap formulasi kebijakan, rencana, atau program pembangunan.

Dalam memberikan penjelasan mengenai KLHS ada banyak pihak yang masih sulit membedakan antara KLHS dengan AMDAL. Tabel 2 berikut ini akan memberikan gambaran mengenai perbedaan tersebut.

**Tabel 2. Perbandingan antara AMDAL dengan KLHS**

<b>Atribut</b>	<b>AMDAL</b>	<b>KLHS</b>
<b>Posisi</b>	Akhir siklus pengambilan keputusan	Hulu siklus pengambilan keputusan
<b>Pendekatan</b>	Cenderung bersifat reaktif	Cenderung pro-aktif
<b>Fokus analisis</b>	Identifikasi, prakiraan & evaluasi dampak lingkungan	Evaluasi implikasi lingkungan dan pembangunan berkelanjutan
<b>Dampak kumulatif</b>	Amat terbatas	Peringatan dini atas adanya dampak kumulatif
<b>Titik berat telaahan</b>	Mengendalikan dan meminimalkan dampak negatif	Memelihara keseimbangan alam, pembangunan berkelanjutan
<b>Alternatif</b>	Alternatif terbatas jumlahnya	Banyak alternatif
<b>Kedalaman</b>	Sempit, dalam dan rinci	Luas dan tidak rinci sebagai landasan untuk mengarahkan visi & kerangka umum
<b>Deskripsi proses</b>	Proses dideskripsikan dengan jelas, mempunyai awal dan akhir	Proses multi-pihak, tumpang tindih komponen, KRP merupakan proses iteratif & kontinyu
<b>Fokus pengendalian dampak</b>	Menangani simptom kerusakan lingkungan	Fokus pada agenda pembangunan berkelanjutan, terutama ditujukan untuk menelaah agenda keberlanjutan,

Dari Tabel di atas terlihat perbedaan antara AMDAL dengan KLHS sebagai salah satu aspek perlindungan lingkungan di Indonesia. Sebenarnya, AMDAL dan KLHS bukanlah di Indonesia saja, tapi sudah merupakan kesepakatan dari hasil agenda 21 untuk seluruh negara di Indonesia.

## **2. Bersifat Sukarela**

Instrumen legalitas dalam hal PPLH yang bersifat sukarela berarti dilakukan oleh pemrakarsa secara sukarela atau tidak mengikat. Tapi walaupun tidak ada sanksi secara hukum, tetapi ada konsekuensi di masyarakat nasional atau internasional. Contohnya *ecolabelling*, sertifikat halal, dan lain-lain.

### **C. Ekonomi Kreatif**

Di era globalisasi yang disertai kemajuan teknologi yang pesat dengan konektivitas yang tidak lagi terbatas telah mengubah banyak pola serta gaya hidup. Kini cara bertukar informasi, perdagangan dan juga konsumsi baik produk maupun budaya tren telah menjadi mudah dan umum di kalangan masyarakat dunia.

Selain mempermudah, perkembangan ini juga berakibat adanya cara lain dalam memajukan ekonomi selain cara konvensional biasa. Perubahan ini sangat dinamis juga kompleks sehingga masyarakat dituntut untuk lebih kreatif dan inovatif. Tuntutan ini membuat mereka mencari, mencoba bahkan menemukan cara- cara lain dalam usaha bisnis mereka.

Maka dari itu, muncullah istilah Ekonomi Kreatif yang merupakan sebuah konsep dengan kreativitas dan pengetahuan sebagai aset atau dasar utama dalam menggerakkan bisnis juga ekonomi secara garis besarnya. Konsep atau istilah ini berhasil memicu banyak ketertarikan dari banyak industri maupun negara-negara untuk mengembangkannya dan menjadikannya sebagai roda penggerak perekonomian pengganti gaya tradisional.

#### **1. Apa itu Ekonomi Kreatif?**

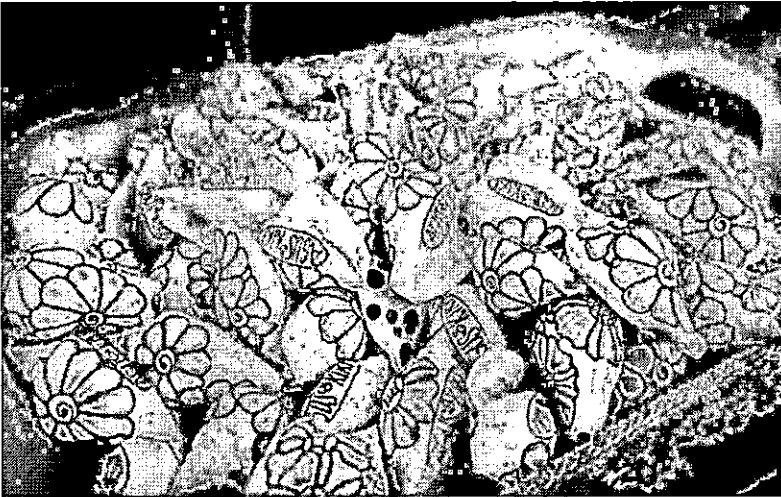
Kata ekonomi kreatif, sudah populer dewasa ini. Ia merupakan sebuah konsep yang ada pada era ekonomi baru. Pada dasarnya ekonomi kreatif mengidentifikasi dan menggabungkan antara informasi dan kreativitas yang bertumpu pada ide dan gagasan serta pengetahuan yang ada pada sumber daya manusia yang selanjutnya dijadikan sebagai sumber input atau menjadi variabel utama sebagai faktor produksi.

Ekonomi Kreatif di berbagai banyak negara telah membuktikan perannya dalam pertumbuhan ekonomi. Pengusaha kreatif yang telah berhasil menuangkan ide dan kreativitasnya dan didukung oleh pemerintah telah banyak yang berhasil. Hasil kontribusi nilai ekonomi yang mereka hasilkan, membuat banyak negara mendukung dan memfasilitasi para pelaku sektor ekonomi kreatif ini serta berharap agar Ekonomi Kreatif akan menjadi salah satu pilar penting dalam perekonomian negara tersebut.

## 2. Jenis-jenis Ekonomi Kreatif di Indonesia

Pada saat ini, telah banyak hasil ekonomi kreatif di tanah air. Berdasarkan pada buku Pengembangan Industri Kreatif Indonesia 2025 yang diterbitkan oleh Departemen Perdagangan Republik Indonesia, Ekonomi Kreatif memiliki beberapa jenis seperti terlihat pada contoh yang berikut ini:

### a. Kerajinan Tangan (*handcraft*)



**Gambar 36. Kerajinan Tangan**

(Sumber: <https://idcloudhost.com/blog/kategori/business/content-marketing/>)

Sebagai salah satu kreativitas yang sudah ada sejak dulu dan banyak dilakukan oleh masyarakat tanpa memandang usia dan latar belakang. Kerajinan ini bisa berupa hasil budaya tradisional maupun penggabungan tren terkini seperti pembuatan tas dari limbah atau bahan alami, vas bunga, kipas dan barang-barang yang dibuat dengan tangan tanpa bantuan mesin lainnya.

### b. Pasar atau Pameran Barang Seni

Hasil ekonomi kreatif berikutnya adalah berupa pameran atau pasar yang terjadinya transaksi barang kerajinan tradisional, seperti pada Gambar 37 berikut.



**Gambar 37. Karya Seni Kerajinan Tangan**

(Sumber: <https://idcloudhost.com/blog/kategori/business/content-marketing/>)

Pasar atau pameran ini disediakan oleh pemerintah sebagai tempat di mana para yang menghasilkan karyanya dengan para penikmat seni kerajinan tradisional bertemu dan bertransaksi.

c. Kuliner



**Gambar 38. Hidangan Kreatif Kuliner**

(Sumber: <https://idcloudhost.com/blog/kategori/business/content-marketing/>)



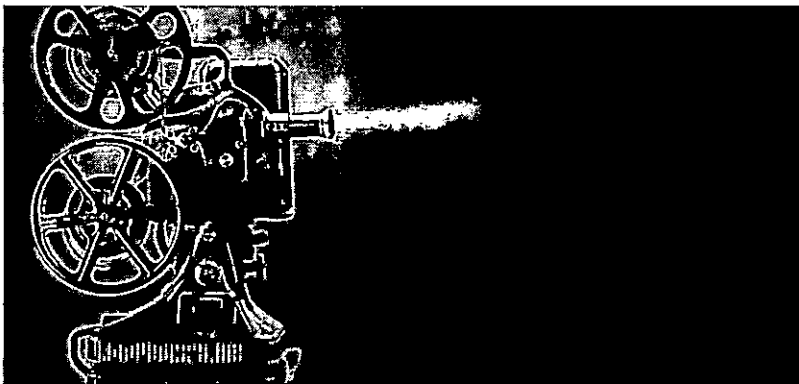
Sejak dahulu, industri kuliner tidak pernah mati ataupun berkurang. Malah yang terjadi justru semakin marak. Hal ini terbantu dengan adanya kemudahan informasi dan perkembangan teknologi saat ini. Oleh karena itu, industri ini perlu untuk selalu ditingkatkan.

d. Fashion

Perkembangan dunia *fashion* adalah salah satu perkembangan dan *trend* yang tidak lekang dimakan waktu karena industri ini selalu dipenuhi orang-orang kreatif yang mau mendobrak batas dan garis ukur sebuah seni.

e. Film dan Musik

Industri perfilman dan musik atau hiburan lain selalu berkembang senantiasa dari waktu ke waktu. Perkembangan ini dibuktikan dengan banyaknya lahir di tiap tahun para artis dan dengan hasil karya mereka yang berkembang pula. Perkembangan ini pun seiring dengan kemajuan teknologi yang mengiringinya.



**Gambar 39. Industri Film**

(Sumber: <https://idcloudhost.com/blog/kategori/business/content-marketing/>)

Kemajuan industri ini pun didorong dengan adanya globalisasi dalam kemajuan informasi dan teknologi. Dengan adanya teknologi IT akan mempermudah banyak pelaku seni untuk promosi dan memperkenalkan hasil karyanya menembus jarak dan waktu. Dengan sendirinya transaksi dengan penikmat seni ini pun cepat

terjadi. Misalnya saat sekarang, seseorang cukup dengan membuat Youtube dan membuat acara yang menarik. Pemirsa atau netizen lalu mengakses dengan mudah melalui HP mereka. Transaksi pun terjadi.

f. Layanan *Computer, Game* dan Perangkat Lunak

Industri yang satu ini cukup terkait erat dan saling menunjang satu sama lain, perkembangannya pun tak lepas dari ide- ide kreatif dari pelakunya untuk tetap bermain dalam bidang bisnis dan turut menciptakan lapangan kerja.

g. Riset dan Pengembangan

Saat sekarang sudah banyak ditemukan usaha yang bertumpu pada riset dan pengembangan. Pelaku akan mendapatkan data dan data ini selanjutnya menjadi hasil yang bernilai ekonomis bagi pengguna lain. Hal ini juga tak lepas dari pengaruh akses informasi dan teknologi saat ini.

### 3. Karakteristik Ekonomi Kreatif

Tentu ada hal yang membedakan antara bisnis ekonomi kreatif dengan ekonomi konvensional. Dalam hal ini diuraikan beberapa karakteristik dari ekonomi kreatif, yaitu:

a. *Berbasis pada ide dan juga gagasan*

Sebuah usaha atau bisnis kreatif akan selalu mengikut dari ide dan gagasan dari pelakunya.

b. *Pengembangannya bersifat terbuka dan tidak terbatas*

Sama dengan halnya ide dan kreativitas, maka bisnis kreatif juga tidak akan mengikuti cara kolot terbatas melainkan selalu mengikuti juga terbuka tren serta inovasi.

c. *Hasil kreasi intelektual*

Hasil atau produk yang diciptakan adalah merupakan proyeksi dari kreativitas, talenta dan intelektual pelakunya.

d. *Mebutuhkan kerja sama yang baik dari semua pihak*

Agar dapat mendukung semua aspek, maka Ekonomi Kreatif ini sangat tergantung pada kerja sama semua pihak baik itu dari pelaku usaha, kaum intelektual, dunia usaha dan juga pemerintah yang menjadi prasyarat dasar.

e. *Konsel yang dibangun bersifat relatif dan mudah tergantikan*

Karena usaha ini tergantung pada kemajuan zaman, teknologi dan tren maka tidak mengherankan produk atau jasa yang dihasilkan akan memiliki siklus hidup yang singkat namun mempunyai margin yang tinggi dengan beraneka ragam pilihan, persaingan sejenis yang tinggi serta mudah ditiru.

#### **4. Perkembangan Ekonomi Kreatif di Indonesia**

Sebenarnya industri kreatif ini sudah lama ada di Indonesia. Hanya saja perkembangannya masih terpusat dan pada level tertentu saja. Salah satu upaya pengembangan yang telah dilakukan adalah dengan diwujudkan Indonesian Design Power oleh Departemen Perdagangan. Adapun tujuannya adalah untuk membantu pengembangan Ekonomi Kreatif di setiap wilayah yang ada di Indonesia.

Salah satunya yang telah dilaksanakan dari pemerintah adalah peluncuran Studi Pemerataan Kontribusi Industri Kreatif Indonesia pada Tahun 2007. Acara ini diselenggarakan Trade Expo Indonesia. Agar tetap bisa konsisten dalam mewujudkan Indonesia Kreatif ini maka pemerintah terus mengagendakan Pekan Produk Kreatif ini dari tahun ke tahun serta adanya Pemeran Ekonomi Kreatif yang diadakan di tiap wilayah yang ada. Selain itu, Indonesia juga turut aktif dalam mengikuti perkembangan dan persaingan bisnis dunia melalui Masyarakat Ekonomi Asean (MEA).

#### **5. Manfaat Ekonomi Kreatif di Indonesia**

Dengan ada dan bergabungnya Indonesia sebagai peserta juga pelaku MEA dan industri kreatif, tentu diharapkan akan membantu dan mendongkrak perekonomian masyarakat Indonesia secara luas seperti berikut ini:

- a. Banyaknya kesempatan dan membuka lapangan kerja baru
- b. Menekan angka pengangguran
- c. Membantu menciptakan masyarakat yang kreatif dengan hasil dan usaha mandiri
- d. Mampu bergabung dan mengikuti kompetisi dunia bisnis yang selalu dituntut cepat dan inovatif
- e. Meningkatkan banyak inovasi di semua kalangan dan sektor.

Dapat kita pahami, sebagai sebuah penggerak ekonomi yang dinamis karena tuntutan perubahan, maka Ekonomi Kreatif akan selalu menuntut banyak pihak agar tetap berada di jalurnya. Dengan demikian diperlukan adanya sebuah kerja sama, kebersamaan, sinergi dan lingkungan yang selalu memiliki persepsi yang sama dan saling mendukung satu sama lainnya.

Salah satu wujud nyatanya adalah dengan adanya temu kreatif nasional atau global di antara pelaku Ekonomi Kreatif dan industri yang bertujuan untuk saling berbagi ide. Kedua pelaku ini juga harus melakukan kolaborasi, saling berbagi gagasan dan pengalaman, serta bisa saling unjuk kerja dan kreativitas demi kemajuan dan kesinambungan sektor masa depan ini.

Dalam hal ini, tentu peran pemerintah selain sebagai regulator juga harus meningkatkan kemampuannya sebagai pendukung, penyedia dan penyelenggara, termasuk dalam hal promosi. Selain itu, pemerintah juga diharapkan agar mampu mendorong tumbuhnya industri ini, dalam hal lain seperti pendanaan dan lain sebagainya sehingga pada prinsipnya bertujuan untuk menumbuhkembangkan ekonomi kreatif. (<https://idcloudhost.com/blog/kategori/business/content-marketing/>)

#### **D. Teknologi**

Kalau dulu pemanfaatan teknologi ini lebih diarahkan pada sarana dan prasarana dalam hal Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) atau Sistem Pengolahan Limbah (SPL), tapi sekarang tidak hanya sampai di situ. Teknologi yang ditumbuhkembangkan sekarang adalah teknologi ramah lingkungan.

Teknologi ramah lingkungan ini merupakan sebuah konsep atau metode dalam mencapai tujuan yang tertentu, di mana dalam pelaksanaannya mengacu pada konsep wawasan lingkungan. Artinya teknologi tersebut mengacu pada kaidah-kaidah lingkungan hidup di sekitarnya.

Dengan pengertian tersebut selanjutnya telah mengilhami lahir dan berkembangnya bermacam-macam teknologi dalam bentuk terapan atau aplikatif. Di mana teknologi yang tumbuh tersebut adalah teknologi yang aman dan sekaligus bersahabat dengan makhluk hidup di bumi ataupun dengan lingkungan alam di sekitarnya.

Tentu saja kita mengakui bahwa untuk bisa mendapatkan teknologi ini, jelas dibutuhkan biaya yang cukup mahal bila dibandingkan dengan membeli peralatan untuk teknologi konvensional. Kondisi tersebut tentu menjadi tantangan sekaligus peluang bagi para pengembang teknologi, sehingga mampu menciptakan teknologi yang ramah lingkungan tapi juga terjangkau harganya oleh masyarakat.

### 1. Prinsip dalam Konsep Teknologi Ramah Lingkungan

Secara sederhana, prinsip teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang diciptakan dengan tujuan agar memudahkan kehidupan manusia tanpa perlu merusak atau memberikan dampak negatif pada lingkungan hidup di sekitarnya. Teknologi yang seperti ini diharapkan agar mampu menjaga lingkungan.

Dapat dicontohkan dengan adanya alat-alat teknologi yang ramah lingkungan tersebut dengan tidak menggunakan bahan yang bersifat polutan, serta pada akhirnya dapat memberikan penanganan atau solusi yang tepat terhadap limbah-limbah yang berpotensi atau mungkin dihasilkannya. Tentu semua teknologi berdampak pada lingkungan hidup, akan tetapi dalam hal ini telah didesain teknologi tersebut tidak berdampak negatif pada lingkungan hidup.

Secara prinsipil, terdapat 6 hal atau aspek yang diterapkan pada konsep atau pelaksanaan teknologi yang ramah lingkungan itu, yaitu:

- a. *Refine*, yang mengandung arti bahwa bahan yang digunakan bersifat ramah lingkungan. Selain itu juga melalui proses yang lebih aman dari teknologi yang telah ada sebelum sebelumnya.
- b. *Reduce*, yang berarti adanya upaya mengurangi jumlah limbah dengan berbagai cara yang intinya adalah optimalisasi penggunaan bahan.
- c. *Reuse*, yang berarti memakai atau menggunakan kembali bahan-bahan yang sudah dimanfaatkan pada satu proses atau bahan tersebut sudah tidak terpakai lagi yang selama ini dianggap sisa atau limbah. Bisa jadi untuk menerapkan *reuse* ini bahan tersebut dipakai pada proses atau kegunaan yang berbeda.
- d. *Recycle*, yang mengandung arti hampir mirip dengan *reuse*. Perbedaannya adalah terletak dari cara penggunaannya. Pada *reuse* bisa digunakan untuk hal lain, agar memperpanjang masa pakainya

untuk menghindari limbah menumpuk atau tidak membuat timbulan sampah meningkat. Sedangkan pada *recycle*, bahan tersebut kembali digunakan untuk proses yang sama. Bisa saja ini dilakukan melalui proses yang tertentu terlebih dahulu agar bahan tersebut kembali bisa digunakan.

- e. *Recovery*, yang mengandung arti bahwa material tertentu yang sudah menjadi limbah selanjutnya diolah kembali untuk keperluan yang lainnya.
- f. *Retrieve Energy*, yang mengandung arti bahwa terjadinya penghematan energi pada atau di dalam suatu proses produksi yang terjadi.

## 2. Manfaat dan Contoh Teknologi Ramah Lingkungan

Tentu saja persoalan pemilihan teknologi oleh manusia tergantung atau berasas pada kemanfaatannya. Teknologi yang ramah terhadap lingkungan haruslah memiliki manfaat yang sangat besar yang seharusnya lebih besar dari teknologi konvensional. Jika tidak, maka paradigma masyarakat tidak akan bergeser ke arah teknologi ramah lingkungan ini. Terdapat beberapa manfaat teknologi ramah lingkungan ini yaitu:

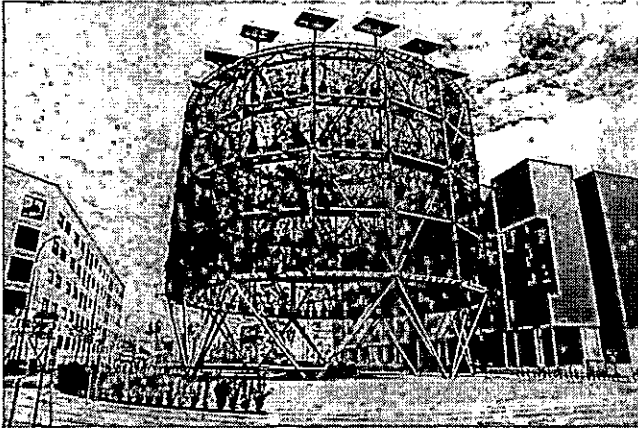
- a. Teknologi ramah lingkungan bersifat sangat efektif dan efisien. Efektif dan efisien ini dilihat dari bentuk atau cara pemanfaatan sumber daya alam. Sehingga dengan sendirinya lingkungan pun dapat terjaga kelestariannya.
- b. Teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang dapat mengurangi jumlah limbah yang masuk pada lingkungan hidup.
- c. Teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang mampu mengurangi risiko terjadinya penurunan kondisi kesehatan makhluk hidup yang ada dalam lingkungan, khususnya manusia.

Beberapa contoh yang telah menerapkan teknologi ramah lingkungan di dunia disajikan sebagai berikut.

### a. Air Tree, Spanyol

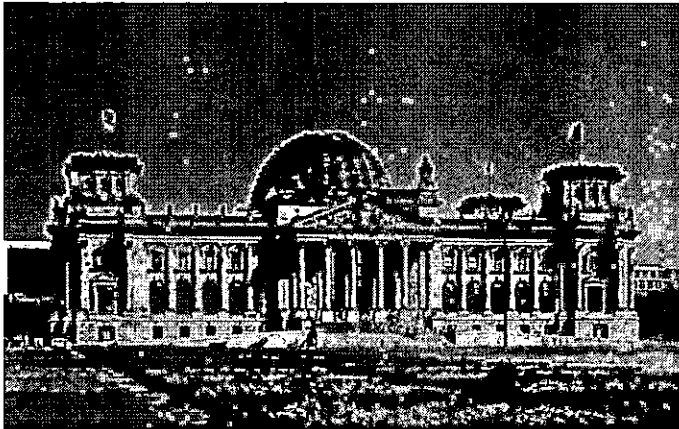
Air Tree di Spanyol adalah merupakan bangunan pertama yang didirikan di Kota Madrid. Bangunan ini dibuat dari berbagai barang-barang daur ulang saja. Tidak hanya itu, bangunan ini pun menyediakan ventilasi alami serta memberi perlindungan panas

ketika musim panas telah datang. Bangunan ini dilengkapi dengan energi tenaga surya yang dikumpulkan dari panel yang disebut *photovoltaic*. Panel ini digunakan untuk menyirami tanaman dan keperluan lainnya.



**Gambar 40. Air Tree di Spanyol**  
(Sumber foto: [nationalgeographic.com](http://nationalgeographic.com))

b. The Reichstag, Berlin



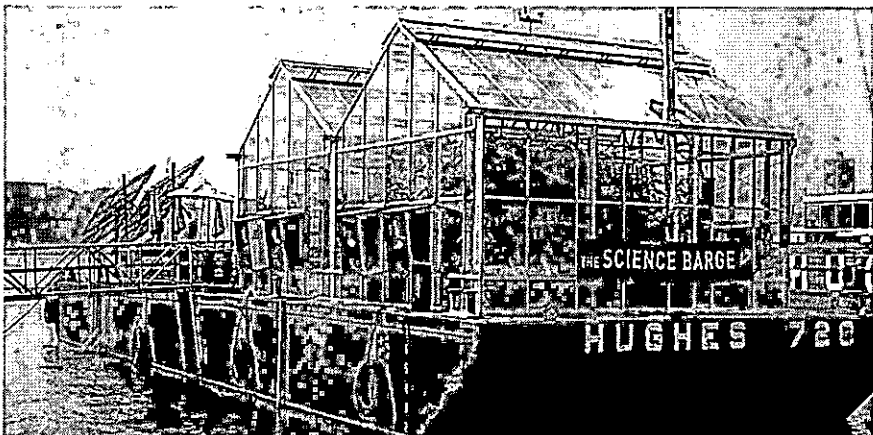
**Gambar 41. Gedung Parlemen di Berlin**  
(Sumber foto: [originalberlintours.com](http://originalberlintours.com))

Gedung parlemen pada Gambar 41 adalah gedung pemerintahan di Berlin. Hal yang istimewa dari gedung ini sebagai wujud teknologi arsitektur yang ramah lingkungan adalah ia menggunakan kaca dan cermin sebagai fasilitas untuk pencahayaan. Caranya adalah dengan memasang kaca dan cermin pada sudut yang optimal sehingga cahaya matahari terpantul sejauh mungkin.

Selain sumber cahaya, gedung ini juga memanfaatkan sumber air dari air hujan untuk keperluan air di gedung ini. Caranya adalah pada sisi bangunan bagian atas, dirancang sebuah media penampung air hujan. Selanjutnya air hujan tersebut akan disirkulasikan membentuk siklus alami pada gedung tersebut menjelang menguap kembali pada lingkungan alamiah.

Dengan adanya 2 teknologi di atas, baik itu sumber energi matahari untuk pencahayaan dan sumber air hujan untuk sumber daya air, maka telah banyak aspek penghematan yang didapat. Selain itu, tentu tidak adanya limbah atau relatif tidak ada dibanding dengan teknologi konvensional yang misalnya masih menggunakan sumber air dari dalam tanah dan digunakan untuk keperluan manusia di dalamnya tanpa diolah.

c. The Science Barge, New York :

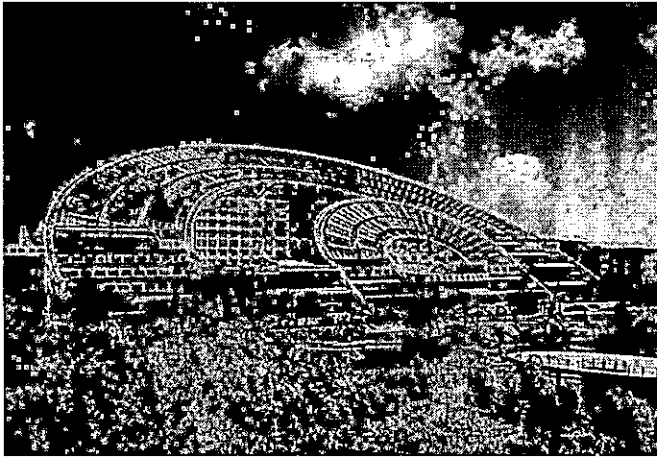


**Gambar 42. The Science Barge, New York**  
(Sumber foto: ryerson.ca)



Bangunan ini merupakan sebuah tempat edukasi lingkungan dan sekaligus sebagai rumah kaca yang terapung di atas *Hudson River*, New York. Rumah kaca ini dilengkapi tenaga surya yang digunakan untuk menggerakkannya dengan bantuan angin dan bahan bakar bio. Karena sulitnya mendapat tanah yang subur dan sehat, tanaman di bangunan ini pun dikembangkan dengan cara hidroponik sehingga tanaman tetap mendapatkan semua nutrisi yang diperlukannya dari air.

d. The Sun Moon Mansion, China



**Gambar 43. The Sun Moon Mansion, China**  
(Sumber foto: [news.buzzbuzzhome.com](http://news.buzzbuzzhome.com))

Negara China merupakan negara yang populasinya paling banyak di dunia. Risiko terbesar bagi negaranya adalah terjadinya kelangkaan sumber daya dan energi. Sehingga pemerintahnya berusaha menggiatkan penggunaan energi yang terbarukan. Salah satu cara yang ditempuhnya adalah dengan membangun gedung ini. Di mana gedung ini menyediakan multi fungsi berupa adanya fasilitas gedung kantor, konferensi, dan pelatihan, serta sekaligus juga menjadi sebuah gedung yang memproduksi energi surya paling besar di dunia untuk saat ini. (<https://environment-indonesia.com/articles/konsep-teknologi-ramah-lingkungan/>)

## **E. Religius**

Tak satu pun agama yang ada, yang membolehkan merusak atau mencemari lingkungan. Semua agama selalu menyuruh manusia untuk ramah lingkungan. Merusak lingkungan berarti merusak diri sendiri.

Oleh karena itu, seyogyanya tidak ada lagi kerusakan lingkungan di Indonesia karena penduduk Indonesia adalah orang-orang yang menganut agama. Akan tetapi kenyataannya kenapa masih terjadi juga pencemaran dan kerusakan lingkungan?

Terjadinya kerusakan dan pencemaran lingkungan itu, walaupun yang melakukannya adalah orang beragama karena ketaatan pada agama itu yang masih kurang. Taat tidaknya seseorang dalam beragama tentu dilihat dari bagaimana ia mengamalkan ajaran agamanya.

Dalam kehidupan beragama maka setiap orang harus mengajarkan atau memberi nasihat kepada orang lain sesuai ajaran agama yang dianut. Dalam hal ini, setiap pendakwah seharusnya memuat porsi untuk lingkungan hidup di dalam setiap dakwahnya. Sebab, kalau menurut ajaran Islam masalah lingkungan hidup adalah ayat Qauniyah. Berarti orang yang tekun di dalam kegiatan lingkungan hidup berarti tak ubahnya seperti ulama atau dai yang sedang tekun di bidang ayat Qauliyah (ayat yang tertulis di dalam kitab suci), seperti Buya Yun Danhas (BYD) dan KH Irwandi Nashir adalah tokoh ulama yang selalu menyampaikan dakwah terkait lingkungan hidup

## **F. Budaya**

Budaya yang lahir dari hasil interaksi manusia dengan lingkungan hidupnya sejak dulu kala sampai hari ini telah mewariskan nilai lingkungan hidup. Nenek moyang sejak dahulu telah berpengalaman dalam berinteraksi dengan lingkungannya. Kreasi itu lah yang diwariskan secara turun temurun antar generasi menjadi tradisi dan budaya di setiap wilayah sosial kultural.

Nilai-nilai yang diwariskan di antar generasi tersebut disebut juga dengan kearifan lokal. Kearifan lokal adalah bagaimana kebijaksanaan suatu komunitas sosial dan budaya yang lahir di tengah mereka dari hasil interaksi dengan lingkungan hidupnya. Tentu kearifan lokal satu daerah tidak sama dengan daerah yang lain. Makanya disebut sebagai kearifan lokal. Artinya

bersifat spesifik di satu kawasan yang disebut sebagai lokal. Contohnya adalah salah satu budaya di Minangkabau Provinsi Sumatera Barat dalam hal makanan tradisional. Di situ ada makanan khas yang disebut “lamang”. Lamang atau leang dalam bahasa Indonesia adalah makanan yang dikemas di dalam bambu. Memasaknya tanpa minyak. Di dalam bambu itu dimasukkan beras ketan dan ditambah dengan santan dari kelapa.

Kemasan yang demikian sebenarnya telah mengajarkan sisa makanan yang ramah lingkungan berupa bahan organik. Sebagaimana kita ketahui bahan organik terletak di alam segera akan mengalami pembusukan alami dan menjadi material untuk digunakan kembali oleh lingkungan hidup. Sama hal dengan konsep ekologi industri yang mengadopsi peristiwa ini.

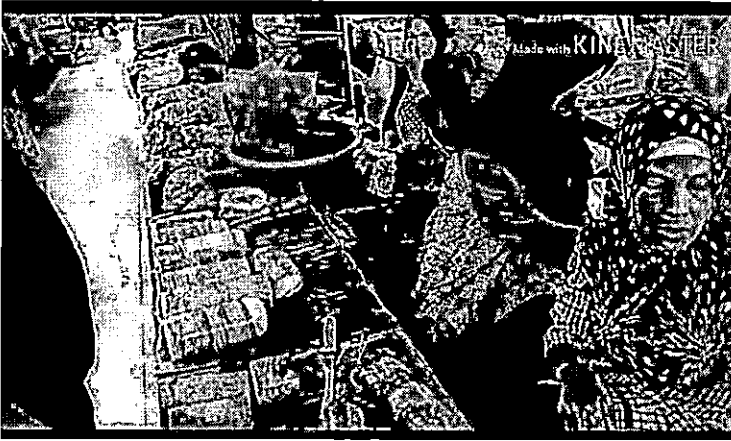
Dengan adanya penggunaan bahan dari alam seperti bambu maka dengan sendirinya masyarakat pun memelihara pohon bambu yang hidup di lingkungan. Suburnya bambu akan dimanfaatkan pada satu acara tradisional saat leang itu akan dibuat. Lamang biasanya dibuat pada hari baik dan bulan baik, di mana seseorang akan mengantarkan leang itu pada mertua dan pihak keluarga suami yang disebut sebagai “bako”.

Banyak hal yang istimewa di dalam nilai kearifan lokal terhadap masakan lamang ini. Pertama nilai kelestarian alam dan kedua adalah pelestarian nilai sosial di mana kaum ibu memasaknya secara bersama sama dan terjadi kerja sama yang baik.



**Gambar 44. Peristiwa “Malamang” di Masyarakat Minangkabau**  
(Sumber: <https://www.google.com/imgres?imgurl>)

Pada Gambar 43 terlihat suasana keakraban kaum ibu memasak lemang dengan gotong royong. Pada saat ini, sekaligus terjadi pewarisan nilai pada generasi di bawahnya. Pada saat ini, lemang juga telah dijual di pasar-pasar tradisional dan masih diminati oleh masyarakat Minang seperti terlihat pada Gambar 44 berikut.



**Gambar 45. Penjualan Lemang di Pasar Tradisional**

(Sumber: <https://www.google.com/imgres?>)

Pada gambar terlihat bagaimana suasana pasar tradisional yang mewadahi terjadinya transaksi ekonomi antara penjual dengan pembeli makanan tradisional lamang. Penjual bisa langsung sebagai produsen tapi juga mungkin sebagai pedagang yang membeli pada produsen dan selanjutnya menjual di pasar.

# BAB X

## PPLH DAN EKOLOGI INDUSTRI

Pada Bab X ini akan kita bahas kaitan langsung antara PPLH dengan ekologi industri. Hal ini perlu ditelaah sebab sebelumnya telah dinyatakan bahwa ekologi industri tidak hanya sebagai aspek, tapi sekaligus sebagai instrumen dari upaya Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Sebelum kita sampai pada pemahaman final tentang hal di atas, sebaiknya kita pelajari terlebih dahulu tentang PPLH. Di mana PPLH secara substansi memuat banyak hal di dalamnya. Mulai dari konsep pelestarian lingkungan sampai pada upaya perlindungan dan pengelolaan terhadap lingkungan itu sendiri. Secara detail diuraikan pada sub bab berikut.

### A. Pelestarian Lingkungan

Istilah pelestarian lingkungan dalam perkembangan implementasinya sudah semakin mengemuka di berbagai tatanan perikehidupan. Konsep pelestarian lingkungan sebenarnya merupakan upaya pelestarian dari fungsi lingkungan hidup itu sendiri. Jadi sebelum kita lebih jauh membahas tentang konsep dan upaya pelestarian lingkungan, mari kita telaah terlebih dahulu tentang ruang lingkup dari lingkungan dan apa yang dimaksudkan dengan melestarikan lingkungan tersebut. Hal ini akan memberi alasan yang mendasari pemahaman konsep pelestarian lingkungan.

Dasar dari pelestarian lingkungan, selaras dengan upaya perlindungan dan upaya pengelolaan lingkungan. di mana secara yuridis, konsep pelestarian lingkungan di Indonesia dituang dalam Undang-Undang No 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Bahwa upaya pelestarian lingkungan adalah merupakan bagian dari apa yang disebut dengan perlindungan dan pengelolaan lingkungan.

Lingkungan perlu dilindungi dan dikelola. Sehingga dalam Undang-Undang Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup di ayat 2 dinyatakan bahwa perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan dan penegakkan hukum.

Dijelaskan pada Bab I Ketentuan Umum Pasal 1 Ayat 1 bahwa yang dimaksud dengan lingkungan hidup adalah *kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain.*

Sedangkan yang dimaksudkan dengan Pelestarian fungsi lingkungan hidup dijelaskan pada Pasal 1 ayat 6 sebagai *rangkaian upaya untuk memelihara kelangsungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.* Pada ayat 7 dijelaskan pula tentang daya dukung lingkungan hidup merupakan *kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain dan keseimbangan antar keduanya.* Sementara itu, yang dimaksud dengan daya tampung lingkungan hidup dijelaskan pada Ayat 8 sebagai *kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.*

Sebelumnya, manusia pernah tidak menyadari bahwa lingkungan perlu dilestarikan. Manusia menganggap lingkungan menyediakan segala kebutuhan mereka. Komponen lingkungan yang ada, berfungsi untuk memenuhi kebutuhan manusia. Hanya itu.

Sementara itu, lingkungan mempunyai kemampuan untuk tumbuh dan berkembang lagi, setelah manusia memanfaatkan salah satu atau lebih komponen lingkungan. Dengan alasan itu, manusia lantas seolah berbuat semena mena terhadap lingkungan. Hasan (1988) menyatakan bahwa sebenarnya manusia ialah pendatang baru di bumi yang sudah tua. Manusia muncul di masa *glacial* dalam sejarah geologis, yang disebut zaman *pleistosen*. Artinya, lingkungan sudah menyediakan kebutuhan untuk manusia dalam menjalankan fungsi biologisnya untuk berkembang biak dan bertahan hidup (*survive*) serta menyesuaikan diri (*adapation*).

Dengan segala apa yang dimiliki oleh manusia, akal dan kemampuan adaptasi biologisnya, kemudian manusia menempati posisi teratas dalam mata rantai ekosistem. Pemanfaatan lingkungan pun tetap senantiasa terjadi. Penebangan pohon, pembakaran hutan tanpa ada upaya pemulihan terjadi di semua belahan bumi. Manusia kala itu hanya hidup mengikuti binatang gembalaannya, sehingga lahirlah pola peradaban *nomaden*.

Pada kondisi manusia belum terlalu banyak, daya dukung lingkungan cukup memadai untuk senantiasa menyediakan kebutuhan manusia kala itu. Tindakan berpindah dan mencari sumber daya yang baru dan meninggalkan sumber daya yang sudah terkuras saat itu, tidak signifikan untuk disebut dengan istilah terjadinya degradasi lingkungan.

Apabila satu lingkungan telah menurun kualitasnya, manusia segera berpindah mencari lingkungan baru. Lingkungan baru selalu tersedia. Lingkungan lama kembali melakukan suksesi dan membentuk keseimbangan alami kemudian. Hal ini memungkinkan kala itu. Tapi sekarang? Ruang yang tersedia untuk dapat disebut sebagai lingkungan yang baru sudah tidak ada. Lingkungan yang mengalami penurunan kualitas, hampir terjadi di semua lingkungan di mana manusia menempatinya.

Berpijak pada teori Ilmu Ekonomi Mikro bahwa munculnya Ilmu Ekonomi berawal dari keadaan di mana kebutuhan manusia yang tidak terbatas telah berhadapan dengan ketersediaan sumber daya yang terbatas. Dengan kata lain, telah terjadi keterbatasan sumber daya dari segi jumlah dan mutunya, karena manusia telah lama memanfaatkan komponen lingkungan untuk memenuhi kebutuhan hidup, seiring dengan perkembangan populasi manusia tersebut.

Oleh karena itu, lahirlah konsep-konsep yang bertema pelestarian lingkungan. Akal dan kemampuan adaptasi manusia, mulai diarahkan terhadap pelestarian lingkungan. Hal ini menjadi mutlak diperlukan karena populasi manusia sudah banyak dan hampir menempati semua permukaan bumi. Sementara itu, bumi yang ada sekarang, tetap bumi yang satu yang dulu juga.

Dalam bukunya yang berjudul *Ratusan Bangsa Merusak Satu Bumi*, yang diterbitkan tahun 2010, Emil Salim secara eksplisit mengungkapkan

kekecewaannya terhadap ulah manusia mengeksploitasi besar besaran lingkungannya di mulai sejak dulu kala sampai pada masa industrialisasi dan hari ini. Dampak dari perbuatan itu sangatlah luas dan panjang.

Manusia di dunia baru bisa membangun bagi kepentingan nasional, bangsa dan negaranya. Tetapi belum memperhitungkan dampak pembangunan pada kerusakan bumi ini. Gas rumah kaca, memanasnya bumi, dan perubahan iklim adalah contoh gamblang betapa egosentrisnya manusia membangun negaranya, sehinga tak memperdulikan lagi dampak buruknya pada hanya satu bumi di alam sejagat ini (Salim, 2010).

Keseimbangan alam telah dirusak oleh aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Akibatnya, terjadi perubahan keseimbangan lingkungan dan penurunan kualitas lingkungan, sehingga diperlukan upaya pelestarian. Pelestarian lingkungan merupakan sebuah konsep yang merujuk pada komponen lingkungan berupa fisis yang tergolong atas abiotik dan biotik.

Demikianlah secara historis, manusia melahirkan gagasan dan konsep tentang pentingnya melestarikan lingkungan. komponen lingkungan yang telah mengalami kepunahan, bermakna keanekaragaman hayati telah berkurang dalam istilah ekonomi memunculkan kelangkaan (*scarcity*).

Selain kelangkaan sumber daya yang dapat dihitung secara kuantitas, ternyata lingkungan juga mengalami penurunan fungsi. Penurunan fungsi lingkungan sebenarnya dilukiskan oleh telah terjadinya pengurangan jumlah komponen yang ada pada lingkungan sehingga menurunkan fungsi komponen tersebut yang berimbas langsung pada penurunan fungsi lingkungan tersebut.

Konsep pelestarian secara eksplisit merujuk pada fungsi ekologis. Artinya, yang dilestarikan tak lain tak bukan adalah komponen lingkungan yang dijadikan sumber daya bagi manusia untuk tujuan ekonomis.

Di sisi lain, terkait persoalan pelestarian lingkungan atau mempertahankan keseimbangan alam dalam konteks pembangunan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia, Somarwoto (2001) menjelaskan bahwa tidaklah mungkin kita melakukan pembangunan yang tidak mengganggu keseimbangan lingkungan, yaitu pembangunan yang melestarikan lingkungan, seperti yang banyak dianjurkan.



Menurut Kamus Purwadarminta (1976) arti “lestari” ialah tetap selama lamanya, kekal, tidak berubah seperti sedia kala. Melestarikan berarti menjadi (membiarkan) tetapi tidak berubah. Dengan demikian, dalam pembangunan kita tidak dapat melestarikan lingkungan atau melestarikan keseimbangan lingkungan.

Yang harus kita lestarikan bukanlah lingkungannya itu sendiri atau keseimbangan lingkungan, melainkan kemampuan lingkungan untuk mendukung pembangunan dan tingkat hidup yang lebih tinggi. Perlahan, makna pelestarian lingkungan pun meluas. Sehingga dalam Undang-Undang No 32 Tahun 2009, pada Pasal 1 Ayat 6 digunakan kata “pelestarian fungsi lingkungan” bukan “pelestarian lingkungan”.

Kita dapat juga melihat arti lestari dari sudut pandang yang lain yaitu kekal atau tetap ada, walaupun sifatnya berubah. Dari sudut pandang ini lingkungan akan tetap ada atau lestari selama ada bumi dan alam semesta. Tetapi lingkungan itu belum tentu tetap sesuai untuk kehidupan manusia.

Baik dari sudut pandang pertama maupun yang kedua, substansialnya ialah bahwa yang harus dilakukan ialah peningkatan kualitas lingkungan. Dengan demikian, konsep pelestarian lingkungan sebenarnya mempunyai makna implisit untuk terjadinya peningkatan kualitas lingkungan untuk menopang kesejahteraan umat manusia menuju tatanan yang lebih tinggi.

Dari pembahasan tentang latar belakang dari pelestarian lingkungan sebelumnya, dan dari kajian pendapat tiga (3) tokoh terkemuka seperti yang diutarakan Prof Emil Salim (2010), Muhammad Hassan (1988) dan Otto Soemarwoto (2001) sudah bisa kita pahami bahwa pelestarian lingkungan lahir dari bentuk kesadaran manusia terhadap ulah manusia sebelumnya yang menguras sumber daya lingkungan.

Padahal, sepanjang hidupnya manusia tetap membutuhkan lingkungan dan sumber daya. Kenyataannya, kondisi lingkungan yang terdegradasi, akan mengakibatkan manusia menjadi tidak bisa mendapatkan kebutuhan hidupnya lagi. Sehingga tindakan pelestarian perlu dilakukan.

Pengurusan sumber daya lingkungan telah menggiring manusia membidani lahirnya konsep pelestarian lingkungan. Sementara itu, manusia mesti juga harus memenuhi kebutuhannya dan melanjutkan pembangunan yang berimplikasi terhadap perubahan lingkungan.

Oleh karena itu, konsep pelestarian lingkungan pun mesti diletakkan pada makna yang benar. Bahwa pelestarian lingkungan bukan berarti membiarkan lingkungan seimbang menurut alamiah, tapi manusia mengupayakan peningkatan kualitas lingkungan untuk tetap berada pada tingkat yang kondusif dan daya dukung optimal terhadap kebutuhan dan kesejahteraan manusia.

Ruang lingkup pelestarian lingkungan secara konseptual adalah lingkungan fisis berupa abiotik dan biotik. Masing-masing komponen berinteraksi membentuk siklus di alam dan menjalankan fungsi masing-masing membentuk keseimbangan alami. Pelestarian lingkungan, berarti meningkatkan fungsi ekologis.

Dalam pelaksanaan pelestarian lingkungan ternyata tidak semudah dan sesederhana mengucapkannya. Ia kemudian dirasa semakin rumit dan kompleks. Tentu saja demikian, karena masing-masing komponen lingkungan yang dilingkupi oleh konsep pelestarian lingkungan itu, juga mempunyai persoalan masing-masing, sehingga terakumulasi di dalam lingkungan semua persoalan tersebut. Tidak jarang terjadi persoalan lintas dimensi menyintesis wujud persoalan baru. Persoalan baru tidak bisa diatasi dengan cara yang lama dan parsial.

Oleh karena itu, diperlukan lagi suatu konsep yang lebih mampu mewartakan pelestarian lingkungan dalam menghadapi persoalan lingkungan yang berdinamika sebegitu cepat dan tanggap. Lahirlah beberapa pemikiran dan konferensi, baik di tingkat global maupun di tingkat lokal yang mengusung isu lingkungan.

Muara dari perkembangan konsep pelestarian lingkungan ialah bahwa lingkungan dengan segala komponen dan potensinya, memerlukan upaya pengelolaan. Upaya pengelolaan ini tak lepas dari cara pandang yang komprehensif terhadap upaya pelestarian lingkungan. Konsep pelestarian lingkungan mesti dipayungi oleh konsep pengelolaan lingkungan.

Bahwa persoalan lingkungan ke depan lebih ditekankan pada peran manusia sebagai *manager* terhadap lingkungan. Fungsi pengelolaan manusia kemudian menjadi *stressing point* di setiap wacana lingkungan. Inilah yang memunculkan serangkaian program-program lingkungan di tingkat global, regional dan lokal.

## **B. Perlindungan Lingkungan**

Perlindungan lingkungan dalam Bahasa Inggris adalah *Environmental Protection*. Dalam artian perlindungan, berarti upaya yang dilakukan itu memuat banyak hal. Kesemua upaya itu bertujuan untuk melindungi komponen dan fungsi dari lingkungan hidup.

Setelah kita pahami Sub Bab A di atas tentang pelestarian lingkungan agaknya sudah dapat kiranya dimaknai bahwa setiap upaya melestarikan lingkungan adalah sekaligus melindungi lingkungan itu sendiri.

Dalam sifatnya, upaya perlindungan lingkungan itu dapat dikelompokkan atas 3 (tiga) bagian, diuraikan sebagai berikut.

### **1. Preventif**

Perlindungan lingkungan bisa dilakukan bersifat pencegahan. Artinya sebelum terjadi kerusakan atau pencemaran lingkungan, maka dilakukan perlindungan terlebih dahulu. Contohnya adalah:

#### *a. Cagar alam.*

Cagar alam adalah suatu kawasan suaka alam yang karena keadaan alamnya mempunyai kekhasan tumbuhan, satwa, dan ekosistemnya atau ekosistem tertentu yang perlu dilindungi dan perkembangannya berlangsung secara alami. Contoh kawasan yang dijadikan cagar alam di Indonesia adalah Cagar Alam Pananjung Pangandaran di Jawa Barat, Cagar Alam Nusakambangan Barat dan Cagar Alam Nusakambangan Timur di Jawa Tengah.

Di Indonesia, cagar alam adalah bagian dari kawasan konservasi (Kawasan Suaka Alam), maka kegiatan wisata atau kegiatan lain yang bersifat komersial, tidak boleh dilakukan di dalam area cagar alam. Sebagaimana kawasan konservasi lainnya, untuk memasuki cagar alam diperlukan SIMAKSI (Surat Izin Masuk Kawasan Konservasi). SIMAKSI bisa diperoleh di kantor Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) setempat.

Dengan dibangunnya cagar alam maka sumber daya alam berupa flora dan fauna dapat dilindungi dengan baik oleh negara.

#### *b. Hutan lindung (protected forest)*

Hutan Lindung adalah kawasan hutan yang telah ditetapkan oleh pemerintah atau kelompok masyarakat tertentu untuk dilindungi,

agar fungsi-fungsi ekologisnya—terutama menyangkut tata air dan kesuburan tanah—tetap dapat berjalan dan dinikmati manfaatnya oleh masyarakat di sekitarnya. Undang-undang RI No 41/1999 tentang Kehutanan menyebutkan:

*„Hutan lindung adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah.“*

Dari pengertian di atas tersirat bahwa hutan lindung dapat ditetapkan di wilayah hulu sungai (termasuk pegunungan di sekitarnya) sebagai wilayah tangkapan hujan (*catchment area*), di sepanjang aliran sungai bilamana dianggap perlu, di tepi-tepi pantai (misalnya pada hutan bakau), dan tempat-tempat lain sesuai fungsi yang diharapkan.

Dalam hal ini, undang-undang tersebut juga menjelaskan bahwa yang dimaksud sebagai *kawasan hutan* dalam pengertian di atas adalah:

*„...wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan oleh Pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap.“*

Hutan lindung pengertiannya kerap dipertukarkan dengan kawasan lindung dan kawasan konservasi pada umumnya. Kawasan konservasi, atau yang juga biasa disebut sebagai kawasan yang dilindungi (*protected areas*), lazimnya merujuk pada wilayah-wilayah yang didedikasikan untuk melindungi kekayaan hayati seperti halnya kawasan-kawasan suaka alam dan kawasan pelestarian alam sebagaimana dimaksud oleh UU no 5/1990. Jadi, fungsinya jelas berbeda dengan hutan lindung.

Sedangkan kawasan lindung memiliki pengertian yang lebih luas, di mana hutan lindung tercakup di dalamnya. Keppres no 32/1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung menyebutkan:

*„Kawasan Lindung adalah kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber alam, sumber daya buatan dan nilai sejarah*

*serta budaya bangsa guna kepentingan pembangunan berkelanjutan.”*

di mana mencakup (kawasan) hutan lindung sebagai:

*„ ... kawasan hutan yang memiliki sifat khas yang mampu memberikan perlindungan kepada kawasan sekitar maupun bawahannya sebagai pengatur tata air, pencegah banjir dan erosi serta memelihara kesuburan tanah.”*

dan memisahkannya dari bentuk-bentuk kawasan sempadan pantai, sempadan sungai, serta sempadan waduk, danau, dan mata air.



**Gambar 46. Hutan Lindung Gunung Tilu di Jabranti, Kuningan. Jawa Barat**  
(Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas>)

*c. Suaka margasatwa*

Suaka berarti perlindungan; Marga: turunan; satwa: hewan). Suaka margasatwa adalah kawasan hutan suaka alam yang mempunyai ciri khas berupa keanekaragaman dan atau memiliki keunikan jenis satwa yang membutuhkan perlindungan/ pembinaan bagi kelangsungan hidupnya terhadap habitatnya.

Daerah suaka margasatwa biasanya ditetapkan sebagai suatu tempat hidup margasatwa yang mempunyai nilai khas bagi ilmu pengetahuan dan kebudayaan serta merupakan kekayaan dan kebanggaan nasional.

Pelestarian dapat dilakukan secara sengaja atau alami untuk menjaga kelangsungan hidup tumbuhan tersebut. Adanya taman nasional dan cagar alam menjadi media dan sarana bagi pelestarian serta perlindungan jenis flora dan fauna khas di Indonesia. Melalui adanya upaya konservasi diharapkan keberadaan flora dan fauna tersebut tetap terjaga dari ambang kepunahan sehingga kelestarian keanekaragaman hayati flora dan fauna Indonesia tetap terjaga pada masa yang akan datang.

Demikianlah salah satu cara perlindungan lingkungan yang dilakukan dengan menentukan kawasan tertentu untuk fungsi tertentu dalam lingkungan hidup. Selain itu dapat dipahami pula bahwa adanya rencana tata ruang dan wilayah juga merupakan suatu perencanaan yang melindungi lingkungan, seperti adanya penetapan kawasan industri pada suatu daerah administrasi.

## **2. Sedang Berjalan**

Perlindungan lingkungan yang dilakukan saat terjadinya suatu kegiatan, baik itu alami maupun buatan adalah upaya melindungi komponen lingkungan itu dilakukan di saat bersamaan terjadinya pencemaran atau kerusakan lingkungan. Hal ini dapat dilihat pada dunia industri yang mana diwajibkan melakukan pengolahan limbahnya.

Saat yang bersamaan limbah itu diolah di dunia industri pada waktu ia melakukan kegiatan produksinya. Tentu hal ini perlu diawasi dan dievaluasi. Kegiatan yang terkait dengan pemantauan dan pengawasan ini adalah merupakan upaya perlindungan lingkungan yang dilakukan di saat terjadinya pencemaran atau kerusakan maupun itu bersifat potensial dari sumber pencemar.

## **3. Kuratif**

Perlindungan lingkungan yang dilakukan sebagai langkah pemulihan setelah terjadinya suatu kerusakan lingkungan adalah

perlindungan lingkungan yang bersifat kuratif. Misalnya kegiatan berupa normalisasi setelah terjadinya longsor atau banjir bandang dan lain sebagainya. Selain ameliorasi ada lagi yang disebut dengan rehabilitasi. Keduanya sama-sama bersifat kuratif.

### C. Pengelolaan Lingkungan

Secara yuridis historis global, lahirnya konsep pengelolaan lingkungan, diawali dengan sebuah konferensi pada Tahun 1972 di Stockholm – Swedia. Institusi internasional United Nations Organization (UNO) atau Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) menggelar konferensi tentang lingkungan hidup. Kegiatan itu diselenggarakan pada tanggal 5 – 16 Juni 1972.

Konferensi ini merupakan cikal bakal dari tumbuh dan berkembangnya hukum lingkungan internasional maupun nasional. Pada kegiatan itu melahirkan suatu dokumen yakni Deklarasi tentang Lingkungan Hidup Manusia atau biasa disebut Deklarasi Stockholm yang terdiri atas *preamble* dan 26 asas serta dokumen – dokumen lainnya.

Inilah momentum sejarah di mana secara global manusia mulai menyadari untuk melakukan pengelolaan lingkungan. Manusia mesti dan harus melakukan fungsi pengelolaan terhadap lingkungan yang di dalamnya meliputi banyak hal, salah satunya ialah pelestarian lingkungan dan peningkatan kualitas lingkungan serta peningkatan ekonomi. Seperangkat keharusan dan konsekuensi inilah yang menjadi substansi dasar dari lahirnya Undang-Undang No 32 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup di Negara Indonesia. Undang-undang ini pun sekaligus menjadi dasar dari perlunya pengelolaan lingkungan hidup di Wilayah Kesatuan Negara Republik Indonesia secara yuridis.

Pengelolaan lingkungan dapat diartikan sebagai upaya manusia dalam mengelola lingkungan hidupnya, sehingga kualitas lingkungan memberikan daya dukung optimal untuk tatanan kehidupan manusia mencapai derajat yang lebih tinggi.

Berkaitan dengan pengertian ini, maka ruang lingkup dari pengelolaan lingkungan itu tak lepas dari dua aspek pada mulanya, yakni (a) aspek ekonomis dan (b) aspek ekologis.

Sebelumnya, pelestarian lingkungan tidak menyebut-nyebut aspek ekonomis, tapi lebih pada aspek ekologis. Walaupun tujuan dan latar belakang lahirnya konsep pelestarian lingkungan itu adalah alasan ekonomis. Tanpa ada upaya pengelolaan, sudah barang tentu aspek ekonomis tidak akan tersentuh kalau hanya kita stagnan pada pelestarian lingkungan fisis sebagai fungsi ekologis.

Tujuan pengelolaan lingkungan ialah mengondisikan lingkungan menjadi kondusif dan optimal dalam memberi daya dukung pada tatanan kehidupan manusia. Terdapat 2 (dua) tujuan utamanya yakni:

1. tujuan ekonomis meliputi kesejahteraan manusia, dan
2. tujuan ekologis yang menerapkan wawasan lingkungan dan pelestarian lingkungan hidup.

#### **D. Pembangunan Berkelanjutan**

Dari uraian dan pembahasan terdahulu, sudah kelihatan bagi kita bahwa lingkungan perlu dilestarikan. Pelestarian lingkungan menuntut upaya pengelolaan. Pengelolaan lingkungan meliputi aspek ekonomis dan aspek ekologis. Bisa dipahami pelestarian lingkungan lebih ditekankan pada fungsi ekologis, sementara pengelolaan lingkungan secara komprehensif memandang keterpaduan antara fungsi ekonomis dan fungsi ekologis. Sehingga tindakan manajerial menjadi mutlak diperlukan.

Dalam Undang-Undang No 32 Tahun 2009, Bab I Pasal 1 Ayat 3 dinyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan adalah upaya sadar dan terencana yang memadukan aspek lingkungan hidup, sosial dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup serta keselamatan, kemampuan, kesejahteraan dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan.

Banyak pemikiran-pemikiran yang mengajak dan menyeru untuk segera mengintegrasikan antara kepentingan ekonomis dan ekologis. Adrianto, L (2004) berargumen bahwa perlunya perubahan paradigma lingkungan dalam pembangunan ekonomi, di mana keduanya (ekonomi dan lingkungan) harus dipandang sebagai sebuah integrasi dan interaksi aktif satu sama lain serta tidak terpisah seperti yang terjadi selama ini sehingga menjadi sangat *diametris* satu sama lain.



Salah satu penghalang terkuat dari bersatunya ekonomi dan ekologi adalah cara pandang dan asumsi bahwa sistem ekologi dan sistem ekonomi adalah dua sistem yang terpisah dan tidak perlu dipahami secara bersamaan.

Para ekonom berpikir bahwa sistem ekonomi terpisah dari sistem alam sehingga beberapa isu yang terkait dengan sistem di luar sistem ekonomi akan dianggap sebagai *eksternalitas*, sementara pemerhati lingkungan tidak jarang memandang sistem alam dan lingkungan sebagai sebuah sistem yang terpisah dari dinamika ekonomi. Sehingga pemikiran alternatif yang mampu memberikan penjelasan bagaimana sistem ekonomi bekerja dalam sebuah deliniasi ekosistem (*biosphere*) menjadi sangat diperlukan untuk diwujudkan.

Salim (2010) menyatakan bahwa tujuan ekonomis jangan meletakkan lingkungan menjadi sub tujuan. Karena dengan begitu, bisa saja untuk alasan ekonomis, pertimbangan kelestarian lingkungan diabaikan. Sebaliknya justru tujuan lingkungan lah yang di atas dari tujuan ekonomis, di mana pembangunan lingkungan merupakan tujuan pokok yang memuat sub pokoknya berupa tujuan ekonomis.

Banyak sudah model dan konsep pembangunan yang sudah dilaksanakan di tanah air. Ada yang namanya model pembangunan *Top – Down* atau *Bottom up* misalnya. Banyak pula ragam tipe pembangunan yang dikelompokkan secara studi di belahan dunia seperti tipe pembangunan terpusat, tipe pembangunan komplementer dan lain lain. Tapi secara umum, konsep pembangunan yang menjadi acuan dan dasar arahan ialah apa yang dikenal dengan istilah konsep pembangunan berkelanjutan.

Di tingkat sektoral, bisa saja konsep, tipe dan model pembangunan tertentu dilaksanakan pada suatu wilayah. Misalnya pembangunan ekonomi kerakyatan, pembangunan infrastruktur berbasis masyarakat dan lain sebagainya. Tapi, sesungguhnya pembangunan tersebut merupakan turunan dari konsep pembangunan berkelanjutan. Bahwa yang menjadi *grand concept* ialah pembangunan berkelanjutan yang telah diagendakan secara internasional, regional dan lokal (Negara Indonesia).

Salah satu sektor pembangunan di Wilayah Indonesia yang seiring antara pembangunan ekonomi dengan pembangunan ekologis dan sosial

adalah sektor pariwisata. Secara ekonomis, Sektor Pariwisata ikut berkontribusi terhadap peningkatan Pendapatan Asli Daerah (PAD) di suatu wilayah. Pada kawasan wisata pantai misalnya, ada beberapa faktor yang mesti dilestarikan seperti pemandangan pantai, pasir putih, adanya pulau kecil di tengah laut untuk dikunjungi, terdapatnya keanekaragaman hayati, dan lain-lain. Masing-masing komponen merupakan fungsi ekologis, tetapi juga memiliki peran daya tarik wisata. Dengan kata lain, pada kawasan wisata pantai tersebut terdapat komponen sistem lingkungan, yang mempunyai nilai ekonomis dan potensial untuk pengembangan wisata.

Pengertian pembangunan berkelanjutan dapat merujuk pada definisi yang diberikan oleh WCED (1987) bahwa pembangunan berkelanjutan ialah pembangunan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengabaikan hak generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka (*development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own need*).

Lebih jauh menurut *Brundtland Report* dari PBB (1987) pembangunan berkelanjutan adalah proses pembangunan yang mencakup tidak hanya wilayah (lahan, kota) tetapi juga semua unsur, bisnis, masyarakat, dan sebagainya yang berprinsip “memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengorbankan pemenuhan kebutuhan generasi masa depan”.

Dengan demikian yang menjadi prinsip pembangunan berkelanjutan ialah keberlanjutan pelaksanaan pembangunan sampai ke generasi mendatang, yang dikondisikan dari ketersediaan sumber daya lingkungan yang optimal. Artinya pelaksanaan pembangunan di masa sekarang, tidak menyebabkan terjadinya pengurasan sumber daya lingkungan.

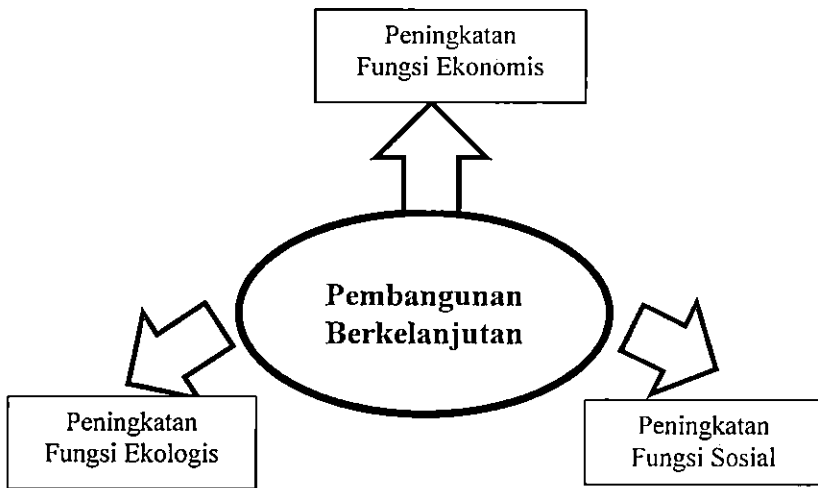
Soemarwoto (2001) menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan adalah di mana lingkungan dapat mendukung pembangunan secara terus menerus karena tidak habisnya sumber daya yang menjadi modal pembangunan. Modal itu sebagian berupa modal buatan manusia, seperti ilmu dan teknologi, pabrik dan prasarana pembangunan. Sebagian lagi modal itu berupa sumber daya alam, baik yang bersifat diperbaharui, maupun yang tak diperbaharui. Sumber daya alam yang diperbaharui dan yang tak diperbaharui berarti menyangkut masalah fungsi ekologis. Dengan

demikian, fungsi ekologis merupakan hal yang menentukan dalam pembangunan berkelanjutan. Hal lain yang menentukan pembangunan berkelanjutan selain fungsi ekologis, ialah lingkungan sosial budaya. Apabila kondisi lingkungan sosial dan budaya tidak berada dalam kondisi yang optimal, di mana terjadinya kesenjangan sosial yang tinggi misalnya, maka pembangunan berkelanjutan juga tidak dapat dilaksanakan.

Dapat ditarik kesimpulan bahwa prinsip pembangunan berkelanjutan tak lepas dari fungsi ekonomis, fungsi ekologis dan fungsi sosial. Artinya, persoalan lingkungan tidak hanya pada aspek ekonomis dan ekologis saja, tapi juga termasuk ke dalamnya aspek sosial. Tindakan pelestarian dan pengelolaan merupakan upaya nyata dari konsep pembangunan berkelanjutan.

Ke tiga fungsi (ekonomis, ekologis dan sosial) tak lepas dari masalah lingkungan. Sehingga, Soemarwoto (2001) menegaskan bahwa untuk mencapai pembangunan berkelanjutan, pembangunan itu haruslah berwawasan lingkungan. Dengan lain perkataan, pembangunan berwawasan lingkungan adalah syarat yang harus dipenuhi agar pembangunan dapat dilaksanakan secara berkelanjutan. Arti kata berkelanjutan adalah berkesinambungan di antar waktu. Antar waktu itu berarti peralihan generasi yang satu ke generasi berikutnya. Pembangunan untuk satu generasi saja, akan memperburuk situasi bumi yang akan diwariskan pada generasi berikutnya. Dan ini bukanlah sebuah pembangunan melainkan sebuah penghancuran.

Pendapat Soemarwoto di atas dapat lebih dijelaskan bahwa untuk pelaksanaan pembangunan berkelanjutan berdasarkan definisi yang diberikan oleh WCED (1987), maka ada aspek-aspek yang menjadi prinsip dan tujuan yang mesti dianut dan diterapkan. Artinya, tanpa aspek tersebut maka pembangunan yang bertumpu pada pertumbuhan ekonomi semata hanya menyisakan petaka pada generasi berikutnya. Selain itu, pertumbuhan ekonomi semata tak ubahnya seperti tumor dalam satu bangsa yang tumbuh tapi tidak menciptakan kesejahteraan bagi semua manusia dan di antar generasi. Aspek-aspek tersebut ialah peningkatan fungsi ekonomis, fungsi ekologis dan fungsi sosial. Secara skematis dapat diperhatikan pada Gambar 47.



**Gambar 47. Skema Prinsip dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan**

Dari Gambar 47 dapat dijelaskan pendapat Soemarwoto (2001) bahwa dalam pelaksanaan pembangunan berkelanjutan, yang menjadi dasar dan orientasinya tak lain tak bukan adalah peningkatan fungsi ekonomis, fungsi ekologis dan fungsi sosial. Tentu saja hal ini memang seharusnya demikian karena pijakan pembangunan berkelanjutan itu sendiri adalah sebagai responsif terhadap keadaan lingkungan yang memburuk. Lingkungan yang dimaksud bukanlah lingkungan fisik saja, tetapi juga lingkungan sosial. Dapat kita simak bagaimana proses lahirnya konsep pembangunan berkelanjutan dan hal-hal yang melatarbelakanginya dalam sejarah dunia yang bermula di Tahun 70 an.

Sedikit kita singgung tentang sejarah lahirnya konsep pembangunan berkelanjutan, yang dimulai pada Tahun 1972. Di mana pada waktu itu, PBB menggelar konferensi tentang lingkungan hidup di Stockholm Swedia. Kegiatan itu diselenggarakan pada Tanggal 5 – 16 Juni 1972 yang melahirkan suatu dokumen yakni Deklarasi Tentang Lingkungan Hidup Manusia atau biasa disebut Deklarasi Stockholm yang terdiri atas *preamble* dan 26 asas serta dokumen – dokumen lainnya.

Philippe (1995) menyatakan bahwa dari konferensi Stockholm inilah PBB membentuk WCED (*World Commission Environment Development*). WCED kemudian mempublikasikan konsep pembangunan

berkelanjutan (*Sustainable Development*). Tidak lanjut dari inilah yang kemudian melahirkan Konferensi Rio de Janeiro di Brasil pada Tahun 1992. Konferensi Rio de Janeiro menghasilkan berbagai kesepakatan, yakni:

1. Deklarasi Rio tentang Lingkungan Hidup dan Pembangunan.
2. Konvensi tentang Keanekaragaman Hayati (*The Biodiversity Convention*).
3. Konvensi tentang Perubahan Iklim (*The Climatic Change Convention*).
4. Agenda 21 sebagai sebuah dokumen yang berisi 800 halaman yang memuat pembangunan berkelanjutan abad 21.
5. Prinsip – prinsip pengelolaan hutan yang tidak mengikat.
6. Pengembangan lebih lanjut instrumen-instrumen hukum dari konvensi tentang disertifikasi, konvensi pencemaran laut yang bersumber dari daratan.
7. Perjanjian untuk membentuk komisi pembangunan berkelanjutan yang tugasnya memantau pelaksanaan kesepakatan-kesepakatan Rio de Janeiro dan Agenda 21.

Demikianlah kronologisnya konsep pembangunan berkelanjutan yang merupakan konsep global yang bersifat mengikat satu sama lain. Secara regional, di tingkat ASEAN kesadaran untuk melaksanakan perlindungan dan pelestarian lingkungan hidup pun dimulai dengan adanya beberapa kerja sama antar negara – negara anggota ASEAN seperti “*Tripartite Agreement*” dan Deklarasi Manila.

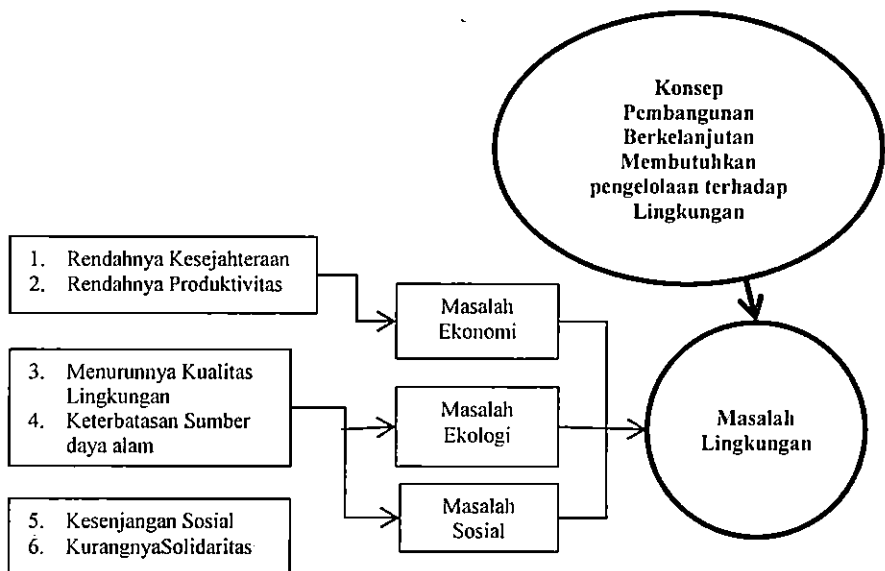
Dalam perkembangannya, konsep pembangunan berkelanjutan meluas dari definisi sebelumnya sebagai isu pelestarian lingkungan menjadi berbagai isu pembangunan yang saling bersifat komplementer. Dokumen Perserikatan Bangsa-Bangsa dalam *World Summit* (2005) menyatakan pembangunan berkelanjutan terdiri atas tiga pilar yaitu (a) pembangunan ekonomi, (b) pembangunan sosial, dan (c) pelestarian lingkungan yang saling berkaitan dan memperkuat (*interdependent and mutually reinforcing pillars of sustainable development as economic development, social development, and environmental protection*).

Ketiga pilar tersebut tidak bisa dipisahkan satu sama lain, karena ketiganya menimbulkan hubungan sebab-akibat. Aspek yang satu akan

mengakibatkan aspek yang lainnya terpengaruh. Istilah berkelanjutan menjadi umum pada berbagai isu pembangunan seperti pertanian berkelanjutan, teknologi, ekonomi berkelanjutan, politik berkelanjutan, kota berkelanjutan, produksi berkelanjutan, dan sebagainya.

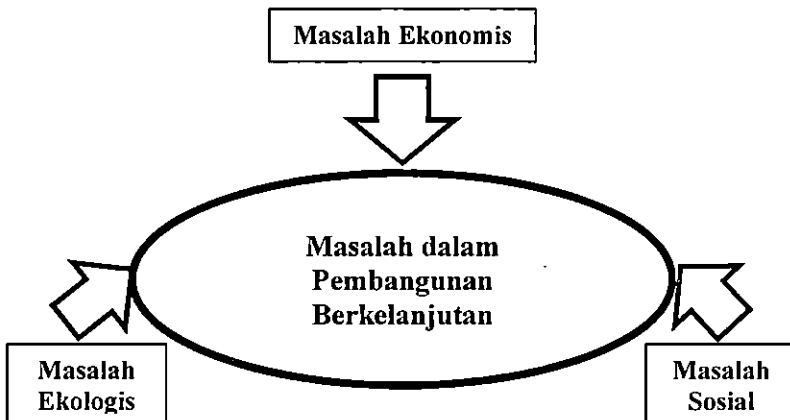
Tujuan pembangunan menyangkut tiga hal: (1) pertumbuhan, produktivitas, dan efisiensi ekonomi (*growth*), (2) keadilan sosial, pemerataan dan peluang ekonomi (*equity*), dan (3) kelestarian lingkungan (*environmental protection*). Salah satu dari aspek tersebut tidak terpenuhi maka serta merta pembangunan yang sedang dilakukan tidak akan menghasilkan dalam makna yang bisa disebut sebagai pembangunan antar generasi.

Dapat kita simak, bahwa yang menjadi ruang lingkup, prinsip dan yang melatarbelakangi konsep pembangunan berkelanjutan itu ialah masalah ekonomi, ekologi dan sosial. Tentu saja yang menjadi tujuan dari pembangunan berkelanjutan itu pun tak lepas dari peningkatan fungsi ke 3 aspek tersebut. Gambar berikut ini menjelaskan tentang bagaimana kompleksnya persoalan lingkungan yang mendasari lahirnya konsep pembangunan berkelanjutan.



Gambar 48. Skema Masalah dalam Pembangunan

Apabila kita perhatikan Gambar di atas yang menjelaskan bagaimana persoalan yang ada di dalam pembangunan dengan Gambar 1 yang menjelaskan prinsip dan sekaligus menjadi tujuan dari pembangunan berkelanjutan, dapatlah kiranya ditarik kesimpulan bahwa ruang lingkup dan prinsip serta tujuan dari pembangunan berkelanjutan itu tak lain tak bukan terletak pada persoalan lingkungan. Selanjutnya, persoalan lingkungan itu pun tak lepas dari 3 aspek, yakni aspek ekonomis, aspek ekologis dan aspek sosial. Untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan tersebut, perlu kiranya kita sederhanakan permasalahan yang ada pada konsep pembangunan berkelanjutan yang disajikan sebagai berikut.



**Gambar 49. Masalah dalam Pembangunan Berkelanjutan**

Dari Gambar 49 dapat kita pahami bahwa sekompleks apapun masalah yang ada dalam konteks pembangunan, semuanya tak lepas dari ke tiga aspek yang sekaligus menjadi prinsip, ruang lingkup dan tujuan dari pembangunan berkelanjutan. Sudah barang tentu tujuan pembangunan berkelanjutan sebagai pembangunan yang berwawasan lingkungan adalah terjadinya peningkatan ke tiga aspek yang kemudian bersinergis menopang pembangunan untuk berkelanjutan antar generasi.

Menurut Salim (1989) konsep pembangunan berkelanjutan ini didasari oleh lima ide pokok besar, yaitu sebagai berikut:

1. Proses pembangunan mesti berlangsung secara berlanjut, terus-menerus, dan kontinyu, yang ditopang oleh sumber daya alam, kualitas lingkungan, dan manusia yang berkembang secara berlanjut pula.
2. Sumber alam (terutama udara, air, dan tanah) memiliki ambang batas, di mana penggunaannya akan menciutkan kuantitas, dan kualitasnya.
3. Kualitas lingkungan berkorelasi langsung dengan kualitas hidup.
4. Bahwa pola penggunaan sumber alam saat ini mestinya tidak menutup kemungkinan memilih opsi atau pilihan lain di masa depan.
5. Pembangunan berkelanjutan mengandalkan solidaritas transgenerasi, sehingga kesejahteraan bagi generasi sekarang tidak mengurangi kemungkinan bagi generasi selanjutnya untuk meningkatkan kesejahteraannya pula

Apabila diamati dan cermati, ke lima ide pokok tersebut, selalu berada dalam interaksi dinamis antara ekonomis, ekologis dan sosial. Ke lima ide pokok yang mendasari konsep pembangunan berkelanjutan yang ditemukan oleh Salim (1989) sebenarnya adalah seluruh keadaan yang terakumulasi yang berada di dalam ranah elips pada Gambar yang mana ranah ini adalah konsep pembangunan berkelanjutan itu sendiri secara konsep. Artinya, persoalan yang muncul dari tatanan sosial, fungsi ekologi dan ekonomi, akan terkonsentrasi dan tersintesis menjadi sebuah wujud baru yang mesti diselesaikan dengan pembangunan berkelanjutan.

Dari penjelasan sebelumnya, diketahui 3 pilar yang secara substansial berada dalam lingkup pembangunan berkelanjutan. Pada dasarnya, apabila dicermati, pembangunan ekonomi, pembangunan ekologis dan pembangunan sosial memang merupakan hal yang tidak selaras. Dengan kata lain, ketiganya justru berseberangan. Mari kita bahas satu persatu.

### *Aspek Ekonomis*

Aspek ekonomis tak lain adalah semua kegiatan manusia yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Kegiatan manusia tersebut melahirkan bermacam pola dan perilaku yang kemudian memunculkan teori-teori ekonomi.



Persoalan yang ada di dalam aspek ini, secara substansi adalah kurangnya sumber daya sebagai modal bahan mentah untuk proses produksi. Karena keadaan inilah maka teori kesejahteraan menjadi terhalang.

Oleh karena itu, persoalan ekonomi dapat dijawab apabila kesejahteraan tercapai. Pencapaian kesejahteraan dapat terjadi pada kondisi sumber daya alam dapat menopang seluruh kegiatan ekonomi manusia. Akan tetapi, sumber daya alam bersifat terbatas. Keterbatasan sumber daya alam tak lepas dari kualitas lingkungan. Kualitas lingkungan sangat ditentukan oleh perilaku manusia itu sendiri di samping terjadinya bencana alam dan perubahan-perubahan alam yang lainnya.

### *Aspek Ekologis*

Aspek ekologis tak lepas dari fungsi komponen lingkungan. berpijak pada konsep keseimbangan alam awalnya. Terjadinya pengaruh dari luar sistem keseimbangan yang ada pada satu ekosistem misalnya telah menyebabkan terjadinya perubahan komponen lingkungan secara kualitas dan kuantitas.

Perubahan lingkungan dilukiskan dari perubahan interaksi yang ada di dalam ekosistem. Terjadinya apa yang disebut sebagai degradasi lingkungan adalah bermula dari terjadinya perubahan keseimbangan alam.

Persoalan ekologis, tak lain tak bukan adalah terjadinya degradasi lingkungan (penurunan kualitas lingkungan). Degradasi lingkungan dapat terjadi oleh kegiatan ekonomi manusia, dan dapat pula terjadi karena peristiwa alam. Atau bahkan bisa saja peristiwa alam tertentu yang disebabkan oleh manusia lantas mengakibatkan terjadinya degradasi lingkungan.

Tetapi yang menjadi poin penting dalam hal ini ialah bahwa persoalan pada aspek ekologis adalah terjadinya perubahan keseimbangan alam dan degradasi lingkungan.

### *Aspek Sosial*

Persoalan pada aspek sosial tak lepas dari persoalan sesama manusia. Manusia yang berinteraksi satu sama lain, dapat mengakibatkan munculnya suatu persoalan baru apabila pada interaksi tersebut terdapat satu atau lebih pemicunya.

Pemicu persoalan sosial tak lepas dari persoalan ekonomi dan ekologi juga sebenarnya. Terjadinya kesenjangan sosial misalnya, dapat mengakibatkan persoalan-persoalan yang meluas kemudian.

Akan tetapi, manusia secara fitrahnya mempunyai kemampuan akal yang dapat memunculkan gagasan dan adaptasi. Gagasan yang muncul terhadap terjadinya perubahan-perubahan pada lingkungannya dapat berupa apa yang disebut mitigasi.

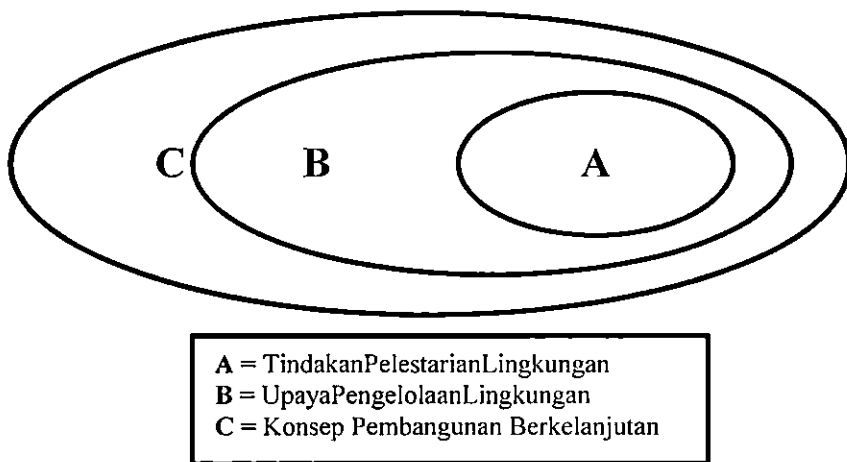
Dengan demikian, dapat kita tarik kesimpulan bahwa semua aspek mempunyai persoalan-persoalan. Masing-masing persoalan dapat ditelisik melalui pendekatan-pendekatan tertentu di dalam ranah masing-masing aspek. Oleh karena itu, pembangunan berkelanjutan meliputi semua aspek dan semua kemungkinan solusi terhadap persoalan-persoalan yang tersintesis dari ke tiga aspek tersebut.

Kaitannya dengan konsep pengelolaan kualitas lingkungan ialah bahwa persoalan-persoalan yang muncul dalam pembangunan berkelanjutan selalu berhulu pada persoalan lingkungan. Lingkungan sudah barang tentu perlu dikelola. Di sinilah kita akan segera menyadari apa ruang lingkup, bagaimana eksistensi dan di mana kedudukan konsep pengelolaan kualitas lingkungan yang sedang kita pelajari ini dalam sebuah konsep besar pembangunan berkelanjutan.

Hal yang mendasar yang dapat dipetik dari pembahasan di atas ialah bahwa telah terjadi perkembangan konsep dan pemikiran terhadap lingkungan. Dimulai dari tindakan pelestarian lingkungan, sampai pada upaya pengelolaan lingkungan dan terakhir sampai hari ini, adalah apa yang dikenal dengan konsep pembangunan berkelanjutan. Demikianlah deretan terhadap upaya manusia dalam menyikapi permasalahan lingkungan yang terjadi karena perbuatan manusia itu sendiri selama ini. Perkembangan demi perkembangan yang ada selama ini pun, tetap saja tak lepas dari konsep dan pola di atas. Hanya saja terjadi pengembangan dan penambahan terhadap item-item kegiatan upaya yang ada.

Agaknya, situasi yang demikian menjadi pola dasar untuk pengembangan ilmu terapan yang ada guna mewujudkan terjadinya perlindungan dan pengelolaan lingkungan yang lebih efektif dan efisien, dengan berbagai pendekatan yang muaranya tetap mewujudkan lingkungan yang ramah dan memiliki daya dukung dan daya tampung untuk

kesejahteraan manusia antar generasi. Bagaimana korelasi antara pembangunan berkelanjutan dengan pelestarian lingkungan, pengelolaan lingkungan dapat dijelaskan dengan Gambar 50 berikut.



**Gambar 50. Korelasi Pembangunan Berkelanjutan dengan Pengelolaan dan Pelestarian Lingkungan**

Pada tindakan pelestarian lingkungan, ruang lingkupnya secara umum, masih dalam tataran lingkungan fisis. Tujuannya masih dalam aspek ekologis. Perkembangan selanjutnya, bahwa lingkungan mesti mampu menyediakan daya dukung optimal bagi kegiatan manusia dalam membangun dan meningkatkan kesejahteraannya, maka lahirlah konsep pengelolaan lingkungan. ruang lingkupnya sudah meliputi aspek ekonomis dan aspek ekologis. Di mana ke dua hal tersebut mesti menjadi tujuan pembangunan yang terintegrasi.

Terakhir, konsep pembangunan berkelanjutan mengharuskan cara pandang yang terintegrasi dan berwawasan lingkungan yang tidak hanya didasari atas prinsip ekonomis dan ekologis saja, tapi meliputi juga aspek sosial.

Dengan demikian, bagaimana kita meletakkan posisi pengelolaan kualitas lingkungan dalam tatanan pembangunan berkelanjutan yang menjawab persoalan lingkungan? persoalan lingkungan, berarti persoalan ekonomis dan ekologis serta permasalahan sosial.

Tentu saja pengelolaan kualitas lingkungan yang sedang kita pelajari merupakan salah satu upaya dalam permasalahan lingkungan yang sedemikian komplet dan kompleks. Jadi, pengelolaan kualitas lingkungan sebenarnya sebagai salah satu aspek di dalam tata laksana pembangunan berkelanjutan. Aspek ini merupakan instrumen yang aktif dan dinamis seiring bergeraknya roda pembangunan.

Aturan yang mendasar dan sekaligus menjadi landasan utama dan asas dari upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup di Wilayah Republik Indonesia ialah Undang-Undang No 32 Tahun 2009. Undang-Undang ini lah yang sekaligus juga merupakan salah satu instrumen perlindungan lingkungan hidup bagi kita yang hidup di Wilayah kesatuan Republik Indonesia.

#### **E. Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup**

Pada dasarnya, pengelolaan kualitas lingkungan menjadi mutlak diperlukan untuk peningkatan kualitas hidup manusia itu sendiri. Persoalan yang muncul kemudian adalah bahwa tidak semua pihak yang mempunyai pemahaman yang demikian. Di samping itu, juga belum adanya keseragaman cara pandang terhadap lingkungan dari berbagai kepentingan dan para pelaku baik pelaku bidang ekonomi, politik dan lain-lain.

Cara pandang yang mendasar terhadap lingkungan paling tidak menganut 4 asas utama. Asas inilah yang menjadi karakteristik dan sifat lingkungan yang diperlukan sebagai pijakan dalam penyusunan dan penerapan pengelolaan kualitas lingkungan. Mitchel, B., Setiawan, B dan Rahmi, DH (2000) menyatakan 4 asas dan sekaligus merupakan aspek dalam kajian terhadap lingkungan ialah:

*Perubahan.* Bahwa lingkungan senantiasa berubah. Baik itu perubahan lingkungan itu sendiri, maupun perubahan sistem sosial, ekonomi dan politik.

*Kompleksitas.* Bahwa persoalan lingkungan sangatlah kompleks dan penuh dinamika. Satu komponen lingkungan mengalami perubahan, maka tidak hanya akibat yang akan menjadi implikasinya, tapi juga mempunyai dampak terhadap komponen lain. Dampak (*impact*) ini tidak mudah diestimasikan dan selalu berubah.

*Ketidakpastian.* Bahwa segala sesuatu yang berkenaan dengan lingkungan, sudah barang tentu bersifat relatif dan tidak pasti. Hal ini mendasari para perencana dan pengelola lingkungan untuk lebih berhati-hati dalam setiap upaya yang dilakukan.

*Konflik.* Bahwa hal yang tidak dapat dielakkan dalam setiap aktivitas manusia dalam konteks lingkungan ialah terjadinya konflik. Konflik yang terjadi maupun yang berpotensi terjadi seringkali merefleksikan perbedaan pandangan, ideologi dan harapan. Jelas ini merupakan tantangan bagi kita semua dalam mencapai tujuan ekonomi maupun tujuan ekologi.

Dengan demikian, setiap upaya yang berhubungan dengan pemanfaatan maupun pelestarian lingkungan hidup mestilah mempertimbangkan 4 asas lingkungan di atas. Pengelolaan lingkungan sebagai penerapan prinsip management terhadap komponen dan kualitas lingkungan yang ada, juga tak akan lepas dengan 4 asas tersebut.

Pengelolaan kualitas lingkungan, berarti meliputi pemanfaatan dan pelestarian lingkungan, termasuk juga perlindungan lingkungan. sehingga tidak bisa dipisahkan antara pengelolaan lingkungan dengan perlindungan lingkungan. Mengelola kualitas lingkungan, berarti melindungi lingkungan dan meningkatkan kualitas hidup manusia itu sendiri. Oleh karena itu, paling tidak terdapat beberapa sasaran dalam pengelolaan lingkungan hidup, yang antara lain adalah:

1. Menjadikan kualitas lingkungan lebih baik bagi peningkatan kualitas hidup manusia.
2. Membangun sumber daya manusia yang diistilahkan oleh Emil Salim sebagai manusia seutuhnya. Hal ini dicirikan dengan sikap dan mental manusia yang membangun sumber daya lingkungannya menjadi lebih baik guna peningkatan kualitas dan derajat manusia itu sendiri.
3. Menjamin dan mengondisikan lingkungan dan sumber daya yang bermanfaat untuk kepentingan generasi masa kini dan generasi masa mendatang.

Pengelolaan lingkungan hidup guna mencapai 3 prinsip di atas tentu saja bukan semata-mata menjadi tanggung jawab pemerintah. Lembaga

swasta dan masyarakat juga sangat penting peran sertanya dalam melaksanakan kebijaksanaan pengelolaan lingkungan hidup. Setiap orang mempunyai hak dan kewajiban berperan serta dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup, sehingga dapat tercapai kelestarian fungsi lingkungan hidup.

Upaya perlindungan lingkungan dilakukan berdasarkan baku mutu lingkungan, baik berupa kriteria kualitas lingkungan (*ambient*) maupun kualitas buangan atau limbah (*effluent*). Baku mutu lingkungan hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.

Baku mutu sebagai tolok ukur untuk menetapkan apakah lingkungan telah rusak atau apakah suatu kegiatan telah merusak lingkungan perlu dilaksanakan dan diacu dalam kegiatan pembangunan nasional. Baku mutu lingkungan dapat berbeda untuk setiap wilayah atau waktu yang berbeda mengingat adanya perbedaan kondisi lingkungan, tata ruang dan teknologi.

Dinyatakan dalam Undang-Undang No 32 Tahun 2009 bahwa Baku Mutu Lingkungan Hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.

Ruang lingkup kajian terhadap permasalahan lingkungan dalam hal *scoping* atau ruang lingkup tempat, tidak sama dengan ruang lingkup kajian di sektor lain. Satuan sistem ekologi (ekosistem/lingkungan) tidak dibatasi oleh batas administrasi, tetapi dibatasi oleh kesamaan karakteristik dari satu satuan ekosistem tersebut. Karakteristik yang menonjol dan mendominasi di suatu wilayah ekosistem akan menentukan pola pengelolannya.

Permasalahan lingkungan tidak akan lepas dari 4 asas dan aspek serta karakteristik lingkungan yang telah dibicarakan sebelum ini. Adanya perubahan, ketidakpastian dan kompleksitas serta konflik akan memunculkan apa yang disebut dengan permasalahan lingkungan. Tentu saja permasalahan lingkungan ini merupakan permasalahan utama dalam kegiatan pembangunan. Pendek kata, setiap aktivitas manusia akan bersinggungan dengan permasalahan lingkungan.

Sebagaimana telah diuraikan di bab sebelumnya bahwa masalah lingkungan hidup dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu (1) permasalahan lingkungan alam, (2) permasalahan lingkungan buatan dan (3) permasalahan lingkungan sosial.

#### *Permasalahan Lingkungan Alamiah*

1. *Sumber daya Lahan*
2. *Sumber daya Air*
3. *Sumber daya Hutan*
4. *Keanekaragaman Hayati*
5. *Pesisir dan Lautan*
6. *Udara*

#### *Permasalahan Lingkungan Artificial.*

Akibat suatu perubahan demografi dan kemajuan wilayah karena pembangunan maka akan menimbulkan masalah. Masalah tersebut disebut sebagai masalah artifisial. Misalnya terjadi pencemaran udara yang tinggi pada daerah perkotaan karena asap kendaraan bermotor dan lain sebagainya.

Dalam membahas masalah lingkungan artifisial ini, tentu yang terutama sekali adalah masalah keberadaan industri. Industri tidak hanya menimbulkan pencemaran dan kerusakan pada udara, tanah dan udara, melainkan juga pada sosial dan struktur masyarakat.

Sementara itu, menghilangkan dunia industri jelas tidak mungkin, karena itu adalah konsekuensi perkembangan peradaban. Sehingga dalam hal ini diperlukan sekali sistem industri yang berbasis ekologis, di mana ekologi industri adalah jawabannya.

#### *Permasalahan Lingkungan Sosial*

Perubahan sosial yang terjadi adalah bersamaan dengan terjadinya perubahan lingkungan. Adanya industri secara langsung akan mengubah struktur demografi dengan adanya urbanisasi. Selain itu, struktur ekonomi juga berubah. Hal ini juga tak lepas dari akibat industrialisasi.

Mengatasi masalah sosial sebagai dampak dari industri bisa dilakukan dengan penetapan kawasan industri pada satu wilayah. Kembali

ekologi industri menjadi solusinya. Dengan adanya kawasan industri yang merupakan satu kesatuan sistem di dalam lingkungan maka masyarakat yang berurbanisasi akan terkonsentrasi pula pada sekitar kawasan industri. Hal ini akan mempermudah dalam hal mengurangi dampak sosial akibat industri seperti kriminalitas, dan lain sebagainya.

Dampak lain dari terjadinya urbanisasi ditinjau dari kependudukan adalah penyebaran penduduk yang tidak merata. Hal ini akan berpengaruh terhadap perubahan struktur lingkungan hidup. Karena sudah barang tentu pada kawasan yang berpenduduk padat akan mempercepat perubahan lingkungan dibanding dengan kawasan yang berpenduduk renggang.

## **F. Permasalahan dalam UPPLH**

Setelah kita mempelajari masalah lingkungan hidup dan upaya perlindungan dan pengelolaannya, selanjutnya kita akan menelaah masalah dalam upaya tersebut. Kita sudah memahami untuk PPLH sudah ada aspek dan instrumennya. Tapi kenapa belum bisa optimal?

Di Indonesia, secara garis besar ada 5 permasalahan pengelolaan lingkungan hidup, yaitu kebijakan, peraturan, kelembagaan, informasi lingkungan dan kesiapan teknologi pengelolaan lingkungan dan peran serta masyarakat.

### **1. Kebijakan.**

Kebijaksanaan yang sering menimbulkan permasalahan dalam pengelolaan lingkungan adalah:

- a. Kebijakan antar sektor umumnya masih belum memperhitungkan keterkaitan dan dinamika antara manusia, masyarakat dan lingkungan hidup, sehingga menimbulkan dampak yang kurang menguntungkan bagi sektor lain atau masyarakat tertentu/masyarakat luas. Hal ini terjadi karena belum terpadunya antar sektor.
- b. Kebijakan dalam bidang kependudukan belum memperhitungkan kebijaksanaan pembangunan lingkungan hidup untuk mendukung terlaksananya pembangunan berkelanjutan.
- c. Kebijakan pemanfaatan ruang dan sumber daya alam masih berorientasi pada eksploitasi dan pertumbuhan tanpa memperhatikan keseimbangan antara aspek pelestarian konservasi dan pemanfaatan dalam tatanan lingkungan yang dinamis.



- d. Kebijakan pengelolaan lingkungan masih bersifat represif/kuratif, sedangkan aspek preventif seperti pencegahan pencemaran dan perusakan sumber daya dan lingkungan masih kurang.

## 2. Peraturan Perundang-undangan

Kelemahan dari peraturan dan perundang undangan yang ada sekarang, tak lepas dari 3 hal sebagai berikut.

- a. Peraturan perundang-undangan yang diperlukan sebagai dasar kebijakan teknis pelaksanaan pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan masih kurang.
- b. Peraturan perundang-undangan berjalan secara parsial dan kurang diselaraskan dengan aspek-aspek pengelolaan lingkungan hidup.
- c. Sering terjadi aturan dan perundang undangan tidak tegak atau tidak bisa berjalan secara efektif sehingga aturan dan undang-undang dianggap sebagai formalitas saja di lapangan oleh pelaku pencemaran dan perusakan lingkungan.

## 3. Kelembagaan

Paling tidak terdapat beberapa hal yang perlu ditingkatkan dalam kelembagaan perihal PPLH dalam aksi atau upaya nyata di Indonesia, antara lain:

- a. Koordinasi antar lembaga yang masih kurang sehingga mempengaruhi upaya sinkronisasi dan keterpaduan perencanaan, penyusunan program dan kegiatan, serta evaluasi dan *monitoring* pembangunan lingkungan hidup baik oleh pemerintah, dunia usaha dan masyarakat sehingga menyebabkan perbenturan kepentingan dan tumpang tindih pemanfaatan sumber daya alam.
- b. Fanatisme sektoral dan belum jelasnya fungsi dan tugas masing-masing instansi baik di pusat maupun di daerah.
- c. Kurangnya prasarana seperti laboratorium rujukan guna dijadikan acuan bagi sektor, daerah dan masyarakat dalam pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan, sehingga perlu kerja sama antara pemerintah dengan LSM dan universitas (Pusat Studi Lingkungan dan Pusat Studi Kependudukan).

#### **4. Informasi dan Teknologi**

- a. Dalam hal ini masih kurangnya kuantitas dan kualitas data dan informasi lingkungan yang mendukung formulasi kebijaksanaan dan kegiatan operasional pengelolaan lingkungan, seperti data dan informasi kependudukan dan lingkungan social yang masih tergantung pada periode sensus, data dan informasi tentang peta dasar yang baku tentang sumber daya alam dan lingkungan
- b. Kesiapan teknologi pengelolaan lingkungan untuk melestarikan fungsi tatanan lingkungan, mengukur daya dukung lingkungan, teknologi konservasi flora dan fauna, dan teknologi pengendalian pencemaran, kerusakan dan rehabilitasi lingkungan masih terbatas.

#### **5. Partisipasi Masyarakat**

- a. Kompleksnya permasalahan kependudukan dan lingkungan hidup yang menuntut pemecahan masalah secara multidimensi dan komprehensif
- b. Peran serta masyarakat dalam pengelolaan lingkungan mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan sampai dengan tahap pemantauan masih relatif rendah.

Masalah di atas sangat kompleks dan saling terkait satu sama lain. Sehingga untuk menyelesaikan satu per satu dari permasalahan di atas tidaklah mudah, tapi harus dilakukan. Oleh karena itu diperlukan aspek dan instrumen yang efektif bekerja di sektor industri dan sekaligus meminimalisasi masalah dalam UPPLH tersebut. Sekali lagi, dalam hal ini ekologi industri adalah solusinya. Karena apabila industri telah memuat prinsip dan konsep dari ekologis, dengan sendirinya keseimbangan alami di dalam lingkungan hidup pun dapat terjadi.

#### **G. Sistem Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup**

Semua kegiatan manusia mempunyai dampak pada lingkungan hidup. Kegiatan hayatinya seperti pembuangan sisa metabolismenya dalam bentuk air seni dan tinja, berdampak pada lingkungan hidup. Dampak itu makin besar lagi dengan berkembangnya kegiatan ekonomi dan teknologi yang memberikan kemampuan kepadanya untuk melakukan rekayasa dan meningkatkan penggunaan energi.

Sikap dan kelakuan kita terhadap lingkungan hidup sangat didominasi oleh pertimbangan ekonomi, bahkan kadang berlebihan sehingga mendorong terjadinya eksploitasi tanpa diikuti oleh tindakan perlindungan yang memadai. Perilaku tersebut juga dipengaruhi oleh kurangnya pengetahuan atau kurangnya penghargaan terhadap fungsi ekologi lingkungan hidup yang memberikan layanan pada manusia, sehingga mengakibatkan kerusakan lingkungan hidup. Untuk itu perlu mengubah sikap dan kelakuan kita menjadi perilaku yang ramah lingkungan.

Mengubah sikap dan kelakuan bukanlah pekerjaan yang mudah. Namun pada dasarnya usaha itu dapat dilakukan dengan empat (4) cara, yaitu;

### **1. Penerapan Fungsi RMCE**

Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah salah satu bentuk dari instrumen perlindungan lingkungan hidup. Pada dasarnya substansinya sudah baik dalam hal peran pemerintah sebagai regulator (pengatur), *Monitor* (pemantau) *control* (pengendali) dan evaluasi (tinjau ulang).

Diperlukan ke depan dalam peningkatan upaya penerapan dan implementasi dari Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 ini, suatu bentuk nyata yang berasas pada supremasi hukum. Setiap warga negara akan mematuhi hukum yang mengatur tentang lingkungan hidup sehingga pencemaran dan atau kerusakan lingkungan dapat diminimalisasi dan ditiadakan. Tujuannya adalah untuk mengurangi pilihan pelaku dalam usaha pemanfaatan lingkungan hidup, misalnya zonasi, preskripsi, teknologi tertentu dan pelarangan kegiatan yang merusak lingkungan hidup. Pemerintah membuat peraturan dan mengawasi kepatuhan pelaksanaannya. Ketidakpastian dikenai sanksi.

### **2. Pendekatan Ekonomi (*economy approach*)**

Tujuannya adalah untuk mengubah nilai untung relatif terhadap rugi bagi pelaku dengan memberikan insentif disinsentif ekonomi. Instrumen ini menghasilkan untung rugi berupa uang. Pertimbangan ini merupakan dorongan yang kuat untuk kekuatan yang pro lingkungan hidup dan hambatan untuk kelakuan anti lingkungan hidup.

### 3. Pendekatan Perilaku

Tujuannya ialah untuk mengubah persepsi hubungan manusia dengan lingkungan hidup ke arah memperbesar untung relatif terhadap rugi. Dalam hal ini proses pengambilan keputusan pelaku didorong untuk mengubah prioritas pilihan yang lebih menguntungkan lingkungan hidup dan masyarakat.

Sistem pengelolaan lingkungan hidup yang sekarang dianjurkan adalah Sistem Atur Diri Sendiri (ADS). Mengatur diri sendiri tentulah tidak dalam arti mutlak. Pemerintah tetap mempunyai kewenangan untuk mengawasi dan mengatur. Dengan makin berkembangnya demokrasi dan pendidikan, masyarakat pun akan makin mampu melakukan pengawasan.

ADS ialah masyarakat lebih banyak mempunyai tanggung jawab menjaga kepatuhan dan penegakan hukum. ADS sudah mulai berkembang di dunia usaha Indonesia, misalnya banyak perusahaan berusaha mendapatkan ISO-14000. Sebagai contoh industri kimia di Indonesia telah mulai melangkah ke arah ADS yang merupakan praktik sukarela pengelolaan lingkungan hidup asosiasi industri kimia internasional. Kunci keberhasilan dunia usaha dalam penerapan ADS adalah mengubah pandangan lingkungan hidup sebagai faktor eksternal bisnis menjadi faktor internal bisnis. Internalisasi lingkungan hidup ke dalam bisnis membuka kemungkinan untuk dikembangkannya strategi bisnis lingkungan hidup yang terintegrasi.

Pandangan ini sangat bertolak belakang dengan pandangan umum bahwa internalisasi lingkungan hidup merugikan bisnis karena bisnis harus menanggung biaya lingkungan hidup yang sekarang ini dibebankan pada lingkungan hidup dan masyarakat. Karena itu kebanyakan usahawan berusaha untuk tidak menginternalkan biaya lingkungan hidup, contohnya pembuangan limbah ke perairan umum dan udara. Untuk mencapai tujuan internalisasi biaya lingkungan hidup yang menguntungkan bisnis, Otto Sumarwoto telah mengembangkan dua instrumen implementasi, yaitu:

(a). Instrumen administrasi finansial dan (b). Instrumen teknologi yang terdiri atas eko-efisiensi dan ekologi industri. Kedua instrumen itu saling terkait, yaitu hasil instrumen finansial menjadi masukan untuk implementasi instrumen teknologi dan sebaliknya.

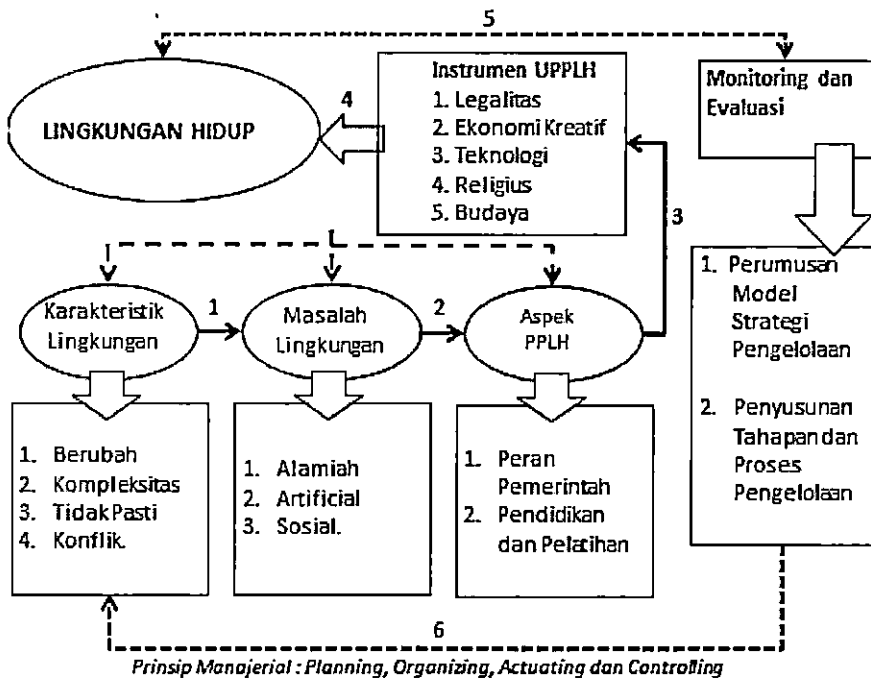
Sistem pengelolaan lingkungan yang hampir sama dengan ADS adalah MeLOK (Manajemen Lingkungan Berorientasi Keuntungan) yang dikembangkan oleh Pusat Produksi Bersih Nasional (PPBN). Dalam MeLOK tercakup *triple win* untuk perusahaan yaitu: efisiensi ekonomi, kinerja lingkungan dan pembelajaran organisasi. Selanjutnya dari tiga hal tersebut menghasilkan (1). penghematan biaya dan peningkatan produktivitas, dan (2). pengurangan limbah, racun, emisi udara dan *effluent* dan 3 implementasi perubahan yang efektif.

Program yang bertujuan untuk mengubah perilaku warga negara di Indonesia, lebih ditujukan kepada efektif dan efisien. Efektif berarti tepat sasaran dan efisien bermakna berdaya guna dengan biaya dan waktu yang relatif singkat. Untuk memenuhi efisien dan efektif, maka perlu kerja sama dan keterlibatan semua pihak, baik di tingkat pemerintahan, maupun di masyarakat.

Sebenarnya apa yang dikemukakan oleh Otto Soemarwotto dan ahli-ahli lain, baik dalam mengidentifikasi permasalahan lingkungan dan upaya yang mungkin bisa dilaksanakan lebih efektif dari yang lainnya, atau yang sedang atau sudah dilakukan selama ini tak akan berbeda dengan ahli lain yang telah diuraikan sebelumnya. Intinya adalah terletak pada persoalan dari perilaku masyarakat. Perilaku ini memunculkan permasalahan lingkungan. Selanjutnya masalah lingkungan ini semakin meluas dan membludak menjarah ke ranah mana pun termasuk masalah sosial.

Dapatlah disimpulkan bahwa persoalan lingkungan berarti persoalan kualitas hidup manusia. Manusia yang hidup di masa kini dan di masa mendatang jelas membutuhkan lingkungan yang berkualitas. Oleh karena itu, diperlukan tindakan manajerial yang berasas pada persoalan lingkungan yang muncul dan berpotensi untuk eksis pada suatu lingkungan wilayah.

Lingkungan dengan karakteristiknya, memunculkan persoalan lingkungan yang mesti dikelola oleh manusia. Untuk pengelolaan lingkungan tersebut diperlukan beberapa instrumen dan pendekatan. Secara skematis, masing-masing yang terkait dalam pengelolaan lingkungan ini, dapat dilihat pada Gambar 51.



**Gambar 51. Siklus Pengelolaan Lingkungan**

Pada Gambar 51 dapat dilihat terdapat 6 urutan kegiatan (angka-angka yang terletak di atas anak panah dan garis putus putus) yang membentuk siklus dan senantiasa semestinya berkesinambungan. Secara detail, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Karakteristik Lingkungan.

Karakteristik lingkungan akan memunculkan suatu permasalahan lingkungan. Masalah lingkungan yang dimunculkan adalah spesifik sesuai dengan karakteristik lingkungan itu sendiri, yang terdiri dari (a) berubah, (b) kompleksitas, (c) tidak pasti dan (d) konflik.

Walaupun spesifik masalah lingkungan itu, tapi pola dan dampak umum yang terjadi tetaplah sama. Bahwa yang akan menjadi permasalahan lingkungan adalah (a) lingkungan alamiah, (b) artifisial (buatan) dan (c) sosial (meliputi budaya, ideologi, politik dan hankam serta agama). Hal ini disimbolkan oleh anak panah I pada Gambar.

2. Masalah lingkungan.

Anak panah berinisial 2, mengartikan masalah lingkungan yang ada, akan ditanggulangi dengan apa yang disebut sebagai aspek PPLH. Aspek PPLH adalah (a) peran pemerintah yang sebagai regulator dan kontrol, (2) peran pendidikan dan pelatihan yang meliputi formal, nonformal dan informal.

3. Anak panah 3 mengartikan bahwa aspek PPLH tersebut dalam implementasinya dapat dijabar berupa instrumen upaya nyata dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang kita sebut UPPLH. Instrumen perlindungan lingkungan ini, meliputi (a) legalitas, (b) ekonomi kreatif, (c) teknologi, (d) religius dan (e) budaya

4. Anak panah 4 mengartikan ke semua instrumen tersebut memasuki ranah lingkungan hidup secara simultan dan bersinergi serta berkesinambungan. Artinya tidak dilakukan secara parsial yang memungkinkan terjadinya kontradiksi satu sama lain.

Sinergis yang dimaksud adalah menyesuaikan dengan substansi permasalahan lingkungan yang terjadi. Artinya tetap ada pilihan utama terhadap upaya dan instrumen terpilih, akan tetapi instrumen lain ikut mendukung.

5. Anak panah 5 berarti apa yang telah dilakukan pada lingkungan hidup itu, selanjutnya dimonitor dan dievaluasi. Hasil evaluasi adalah menentukan sejauh mana upaya itu bekerja dan instrumen apa yang perlu direvisi. Bisa saja satu instrumen menggantikan instrumen yang lain, sesuai hasil monitor dan evaluasi. Oleh karena itu, monitor dan evaluasi pun menghasilkan suatu rumusan strategi yang baru untuk digunakan pada siklus berikutnya.

Perumusan strategi dilakukan berdasar kepada model strategi pengelolaan yang ditentukan. Acuan terhadap model ini memungkinkan konsistensi dalam pengelolaan lingkungan sehingga lebih efektif dan efisien dalam pelaksanaan siklus pengelolaan lingkungan dari waktu ke waktu. Konsistensi berfungsi untuk menghindari terjadinya rantai yang terputus dalam mengatasi masalah lingkungan.

6. Pada tahapan selanjutnya ialah merupakan penjabaran dari model strategi pengelolaan, yakni penyusunan dalam bentuk *time schedule* dan analisis biaya dan manfaat serta seperangkat analisis lainnya yang memastikan strategi pengelolaan dapat dioperasionalkan dan berfungsi optimal (efektif dan efisien).

Pada tahapan ini, dilakukan penerapan prinsip-prinsip management yang dilengkapi dengan tahapan *Planning* (perencanaan), *Organizing* (Pengorganisasian), *Actuating* (Tindakan atau aktualisasi dari rencana) dan *Controlling* (Pengendalian terhadap apa yang dilaksanakan dengan segala eksekusi yang terjadi).

Keenam langkah tersebut tetap membentuk siklus yang dilakukan terus menerus sehingga tidak terjadi pembiaran pada persoalan lingkungan yang potensial dan mulai muncul. Sehingga akumulasi permasalahan tidak terjadi dan tidak terjadi pula persoalan lingkungan yang sedemikian kompleks yang sulit untuk ditangani dan dicari solusinya.

Sungguhpun siklus tersebut telah berjalan dalam kurun waktu puluhan tahun sejak dahulu tetapi siklus tersebut tidak optimal berjalan. Karena persoalan pencemaran dan kerusakan lingkungan didominasi oleh industri, sementara sentuhan langsung kepada industri selama ini masih bersifat kebijakan dan aturan yang tidak berjalan efektif dan teknologi yang diandalkan ramah lingkungan pun tidak berjalan efisien.

Oleh karena itu, sudah seyogyanya pendekatan pengelolaan lingkungan hidup itu beranjak dari dunia industri itu sendiri. Di sini dapat kita pahami bahwa ekologi industri adalah solusi dari permasalahan lingkungan, dan sekaligus menyelesaikan masalah dalam upaya perlindungan lingkungan itu sendiri.

## **H. Fungsi dan Peran Ekologi Industri dalam PPLH**

Berdasarkan model pengelolaan lingkungan hidup yang ditayangkan pada Gambar maka dapat dicermati bahwa menelaah fungsi ekologi industri sebagai aspek perlindungan dan pengelolaan lingkungan, akan sejalan dengan peran ekologi industri sebagai instrumen dalam melindungi dan mengelola lingkungan hidup itu. Tidaklah mungkin kita menganalisis persoalan lingkungan dengan mengabaikan aktivitas industri dengan segala dampak yang dihasilkannya.



Dasar menelaahnya, adalah berdasar kepada konsep dan prinsip dari ekologi industri itu sendiri.

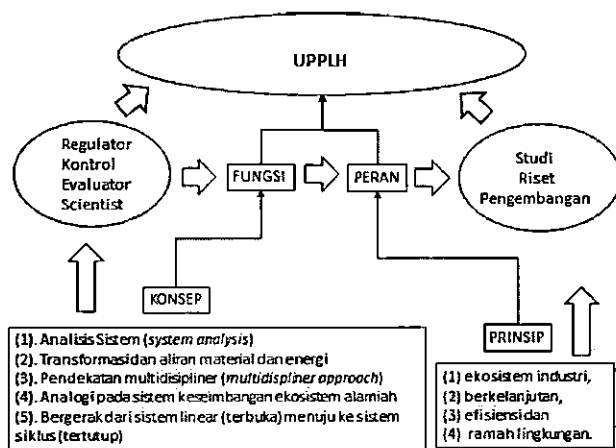
Kita masih ingat konsep ekologi industri yaitu:

1. Analisis Sistem (*system analysis*)
2. Transformasi dan aliran material dan energi
3. Pendekatan multidisipliner (*multidispliner approach*)
4. Analogi pada sistem keseimbangan ekosistem alamiah
5. Bergerak dari sistem linear (terbuka) menuju ke sistem siklus (tertutup)

Sementara itu, prinsip dari ekologi industri adalah:

1. ekosistem industri,
2. berkelanjutan,
3. efisiensi, dan
4. ramah lingkungan.

Dari konsep dan prinsip ekologi industri tersebut, dapat kita lihat apa fungsi dan perannya ke depan lalu kita kaitkan dengan aspek dan instrumen perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang ada selama ini. Tujuannya adalah agar kita mampu melihat sejauh apa dan bagaimana kontribusi ekologi industri ke depan dalam hal sebagai aspek dan instrumen perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup tersebut.



Gambar 52. Fungsi dan Peran Ekologi Industri dalam UPPLH

Pada Gambar 52 terlihat 5 konsep Ekologi Industri di mulai dari analisis sistem sampai pada sistem terbuka. Ke lima konsep tersebut merupakan suatu pendekatan *scientist*. Pendekatan *scientist* terlihat sebagai salah satu dari aspek PPLH. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pendidikan dan pelatihan diperlukan sebagai aspek dalam PPLH.

Selanjutnya terlihat panah dari fungsi menuju peran. Artinya, kedudukan pendekatan *scientist* akan berjalan sesuai perannya apabila dilakukan studi, riset dan pengembangan secara langsung menyentuh prinsip dari ekologi industri tersebut. Terlihat dari gambar prinsip ekologi industri menunjuk arah panah ke kotak yang bertuliskan peran.

Selanjutnya, fungsi dan peran yang terdiri dari regulator, kontrol dan monitor serta *scientist* serta studi, riset dan pengembangan bersama sama menunjuk kepada lingkaran besar yang bertuliskan UPPLH. Dengan kata lain, UPPLH hanya bisa berjalan apabila ada fungsi dan peran yang berjalan. Fungsi berisikan aspek perlindungan dan pengelolaan lingkungan dan peran memuat instrumennya. Regulator yang lahir dari pemerintah haruslah berbasis pada *scientist*. Sehingga akar permasalahan pada lingkungan hidup dapat teratasi.

Apabila fungsi pemerintah berjalan kuat untuk mengatur industri agar mengandung konsep dan prinsip ekologi industri, maka dampak lingkungan yang disebabkan oleh limbah industri akan dapat diatasi. Demikian kiranya sudah dapat memberikan gambaran pada kita bahwa ekologi industri sebenarnya merupakan aspek dan instrumen dari PPLH, karena upaya nyata terkait perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dengan sendirinya berjalan apabila ekologi industri diterapkan.

Permasalahan dalam lingkungan hidup faktanya memang mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir ini. Berbagai kasus lingkungan mulai dari pencemaran sampai pada terjadinya bencana alam pun semakin meningkat. Hal ini dimungkinkan sangat karena potensi penyebab terjadinya pencemaran dan kerusakan lingkungan makin meningkat (dalam hal ini adalah industri) sementara pada sisi lain upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup masih bersifat insidental, dadakan dan parsial.

Ekologi industri yang secara konseptual bertindak seperti suatu ekosistem alami di alam, dengan sendirinya akan mengurangi jenis dan jumlah limbah yang dibuang ke dalam lingkungan. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pemikiran tersebut telah melahirkan sebuah konsep di mana suatu industri melakukan kerja sama dalam hal pemanfaatan limbah yang dihasilkannya. Di mana limbah satu industri dijadikan sebagai input bagi industri lainnya. Istilah ini kita kenal dengan simbiosis industri.

Gagasan yang ada dalam ekologi industri ini tentu dengan sendirinya juga merupakan alternatif untuk mewujudkan sistem industri yang *eco efficiency* (efisiensi lingkungan). Dengan alasan inilah maka seyogyanya ekologi industri merupakan aspek dan instrumen dalam PPLH yang fungsi dan perannya bisa diwujudkan baik oleh pemerintah sebagai regulator, kontrol dan monitor, juga para pengambil kebijakan serta akademisi dan praktisi pendidikan dan pelatihan memberikan penguatan materi tentang ekologi industri kepada pelaku industri.

# BAB XI

## INDUSTRI KERTAS DAN TEKSTIL SERTA KILANG MINYAK

Pada Bab XI ini kita akan meninjau tentang 3 jenis industri, yaitu industri kertas, tekstil dan kilang minyak. Tujuannya adalah untuk melihat proses dan tahapan produksi dan potensi limbah yang ditimbulkannya serta melihat kemungkinan adanya transaksi simbiosis industri dalam satu kawasan industri.

### A. Industri Kertas

Sebagaimana kita ketahui bahan baku industri kertas atau pulp adalah kayu dari pohon. Dengan kata lain, industri pulp, dan kertas merupakan industri yang mengolah kayu untuk menghasilkan pulp, kertas, papan, serta produk-produk yang berbasis selulosa lainnya. Industri jenis ini didominasi pada wilayah Amerika Utara dan Eropa utara (negara-negara seperti Finlandia, Swedia dan Rusia Barat-Laut), Asia Timur (Rusia Siberia, Tiongkok, Jepang, dan Korea Selatan). Negara di wilayah Brasil juga memiliki industri pulp, dan kertas yang signifikan. Amerika Serikat tercatat menjadi negara produsen yang utama sampai posisi itu diambil alih Tiongkok pada tahun 2009.



**Gambar 53. Pabrik Pulp di Iroquois Falls, Ontario, Kanada**  
(Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Industri\\_pulp\\_dan\\_kertas](https://id.wikipedia.org/wiki/Industri_pulp_dan_kertas))

Industri kertas ini awalnya dikritik oleh lembaga swadaya masyarakat pencinta lingkungan atau kelompok pemerhati lingkungan seperti Natural Resources Defense Council dan lain sebagainya. Kritikan tersebut berdasarkan terjadinya deforestasi dan sistem tebang habis. Deforestasi dilakukan pada kawasan hutan primer. Industri ini dilakukan terus-menerus dan ekspansi secara luas dan global ke negara-negara berkembang (eksportir kayu) seperti Rusia, Tiongkok, dan termasuk Indonesia. Alasannya adalah selain upah buruh yang relatif rendah, juga pengawasan dan penegakkan hukum lingkungan tidak berjalan ideal.

Di Indonesia juga demikian. Banyak LSM dan pemerhati lingkungan serta masyarakat sekitar pabrik yang mengkritik aktivitas pabrik pulp dan kertas. Kritikan dan protes ini, dilakukan dengan alasan yang sama sebagaimana negara-negara produsen di atas.

Berdasarkan laporan dari *Environment Protection Agency* USA pada Tahun 2015 didapat hasil statistika Tiongkok telah menggantikan posisi Amerika sebagai negara produsen utama. Ranking ini dihitung berdasarkan penghasil kertas dan papan di luar pulp. Data ini disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Daftar Negara Produsen Kertas dan Papan Berdasarkan Kuantitas**

No	Negara	Produksi tahun 2011 (1,000 ton)	Produksi tahun 2010 (1,000 ton)
1	Tiongkok	99,300	92,599
2	Amerika Serikat	75,083	75,849
3	Jepang	26,627	27,288
4	Jerman	22,698	23,122
5	Kanada	12,112	12,787
6	Korea Selatan	11,492	11,120
7	Finlandia	11,329	11,789
8	Swedia	11,298	11,410
9	Brasil	10,159	9,796
10	Indonesia	10,035	9,951
	Produksi dunia	398,975	394,244

(Sumber: "Analisis Nasional TRI - US EPA" .EPA, 2015)

Dari Tabel 2 terlihat bahwa Indonesia adalah negara produsen kertas dan papan no 10 di dunia selama Tahun 2010 dan 2011. Indonesia tidak

mengimpor kayu dari pohon untuk memproduksi kertas dan papan sehingga tentu bisa dipahami tingkat kerusakan hutan di negara kita meningkat pada tahun-tahun tersebut.

### 1. Proses dan Tahapan Produksi

Kertas didefinisikan sebagai bahan tipis dan permukaannya rata. Dihasilkan melalui kompresi serat yang mana serat itu berasal dari pulp. Serat yang digunakan umumnya adalah serat alami, yang mengandung selulosa dan hemiselulosa. Kertas adalah sebagai media yang utama untuk menulis, *print out* (mencetak) serta melukis dan lain sebagainya di samping fungsi lain seperti kertas pembersih (*tissue*).

Harus diakui bahwa kertas merupakan revolusi yang baru dalam dunia tulis menulis. Kertas telah arti yang besar di dalam peradaban dunia. Karena sebelum ditemukannya kertas, tentu bangsa-bangsa terdahulu menggunakan banyak media yang sulit sebagai tempat mendokumentasikan tulisan seperti tanah lempung yang dibakar, kulit kayu dan kulit binatang dan lain sebagainya.

Secara umum, proses pembuatan kertas melalui beberapa tahap yaitu:

- a. Proses membuat pulp atau bubur kertas yang dimulai dari *woodyard* sampai dengan proses pemutihan atau *bleaching*.
- b. Proses membuat lembaran kertas yang dimulai dengan bubur kertas atau pulp yang telah masuk ke mesin kertas atau paper mesin, hingga sampai dengan terbentuknya lembaran kertas yang telah tergulung rapi. Kertas yang telah tergulung rapi ini berada di dalam gelondongan atau di sebut juga dengan *roll*.

Pada praktiknya satu industri kertas tidak selalu melakukan kedua proses di atas di dalam aktivitas produksinya. Sering pabrik kertas membeli bubur kertas pada perusahaan atau pabrik lain yang khusus menghasilkan *pulp* saja.

Proses *pulping* (pembuatan bubur kertas) secara detail memiliki tahapan proses sebagai berikut.

- a. *Woodyard*. Yaitu suatu tahapan di mana pada lapangan yang luas dan umumnya berada di tempat yang terbuka terjadi penumpukan atau penyimpanan kayu gelondongan.
- b. *Barker*. Yaitu proses penghilangan kulit kayu dengan menggunakan mesin disebut "*debarking drums*". Dalam proses ini, gelondongan

silinder tersebut berputar dan mengakibatkan gelondongan kayu pun ikut berputar serta bergesekan satu sama lain. Hal ini akan mengakibatkan kulit kayu sesamanya akan terlucuti.

- c. *Chipper*. Yaitu mesin pemotong gelondongan kayu sehingga kayu menjadi ukuran kecil. Ukuran kayu dipotong menjadi kurang dari 2 cm dengan ukuran ketebalannya menjadi 0,5 cm.
- d. *Screen*. Yaitu suatu proses penyaringan yang memisahkan potongan kayu yang lebih besar. Selain itu, saringan juga berfungsi untuk memisahkan atau menghilangkan debu mesin dan bahan lain yang tak diperlukan pada proses selanjutnya.
- e. *Digester*. *Digester* pada dasarnya adalah alat pemasak. Pada saat ini, potongan kayu (*chips*) di atas akan direbus. Perebusan atau memasak kayu dilakukan pada suhu dan tekanan yang tinggi dan ditambah dengan senyawa kimia. Penambahan senyawa kimia dilakukan bertujuan untuk melembutkan dan mempercepat pemisahan serat kayu dari lignin. Lignin adalah kandungan alami kayu menyerupai cara kerja lem yang merekat serat supaya bersatu.
- f. *Blow Tank*. *Blow Tank* merupakan wadah besar untuk menyimpan *pulp* atau hasil dari *digester* di atas.
- g. *Washing*, atau ibarat “mesin cuci”. Pada tahapan ini akan dilakukan pembersihan semua sisa-sisa larutan kimia ataupun keberadaan ligin yang masih tertinggal. Pada saat ini terlihat warna bubur kertas yang kecokelatan.
- h. *Bleaching*. Yaitu suatu proses pemutihan bubur kertas dengan menggunakan kimia pemutih atau *bleach*. Tujuannya adalah untuk menghasilkan kertas yang putih sesuai dengan jenis produk yang ingin dihasilkan.

Dengan selesainya proses *bleaching* ini, berarti telah selesai tahapan pertama. Selanjutnya akan memasuki tahapan berikut berupa proses pada mesin kertas. Dalam proses kedua ini, terdapat dua kemungkinan kondisi *pulp* atau bubur kertas yang ada. Yaitu:

- a. Bubur kertas basah
- b. Bubur kertas kering. Di mana bubur kertas kering ini berupa lembaran yang dibundel seperti gulungan tekstil yang dikenal

dengan bentuk bal. Ke dua bentuk bubur kertas di atas tetap akan diproses masuk ke tahapan *wet end* sebelum masuk ke *dry end*.

### *Proses pada Mesin*

Terdapat 9 proses yang terjadi pada mesin kertas, yaitu:

- a. Beater
- b. Refiners
- c. Cleaners and Screeners
- d. Headbox
- e. Wire
- f. Presses
- g. Dryers
- h. Size press
- i. Reel

### *Stock Preparation*

Stock preparation adalah suatu proses yang mengondisikan agar bubur kertas yang ada, dapat sesuai dengan target produktivitas, dan efisiensi serta kualitas kertas yang akan dihasilkan.

### *Bagian Wet End*

#### *a. Refiners*

*Refiners* adalah alat penghalus serat. Cara kerjanya dengan memotong dan menghancurkan bubur kertas, selanjutnya dilakukan sistem Jordan berupa memompa dan mendesak campuran bubur dalam melewati rongga yang sangat sempit dalam proses penghalusan serat. Apabila yang digunakan adalah pulp kering, maka pabrik menggunakan Pulp Beater. Pulp beater adalah di mana pulp yang kering dimasukkan kedalam tangki penghancur dan dicampur dengan air untuk dibasahkan. Setelah terjadi peristiwa pencampuran dengan air baru bubur kertas ini dimasukkan ke refiner.

#### *b. Cleaners*

Sesuai dengan namanya, *cleaners* adalah alat pembersih serat. Cara kerjanya sederhana. Di mana serat pulp yang telah bersih akan



terangkat ke atas sedangkan kotoran yang lebih berat akan segera turun ke bawah tabung pembersih. Alat pembersih serat ini bekerja dengan sistem “*centrifugal force*” (kekuatan putar). Di mana kekuatan putaran akan menyebabkan material yang berat dan solid akan kehilangan momentum pada sisi dinding dalam *cleaner*. Efek ini lah yang membuat material berat lebih akan lebih cepat untuk turun ke bawah dibanding dengan fiber yang ringan. Sebelum fiber dimasukkan ke dalam Headbox, maka serat disaring kembali dengan menggunakan *screener*. Tujuannya penyaringan kembali adalah untuk memastikan mendapatkan ukuran serat menjadi seragam.

c. *Headbox*

*Headbox* adalah sebuah wadah untuk memastikan *stock* (bubur kertas yang telah bersih dan yang bercampur dengan *filler* dan senyawa kimia lain) tidak menggumpal dan terdistribusi secara merata.

d. *Wire*.

Wire ini berfungsi untuk membentuk bentangan lembaran kertas dengan cara menyaring *furnish* dari air. Air adalah media pembawa. Cara penyaringannya dengan melewati *mesh* (lubang halus) pada permukaan *wire*.

Demikianlah tahapan proses pada industri pulp dan kertas. Dapat dilihat limbah yang akan terjadi adalah didominasi oleh air dan sampah sisa kulit kayu dan sisa potongan yang tidak digunakan dalam proses produksi. Dari gambaran di atas, paling tidak dapat memberikan inspirasi pada pembaca untuk memperkirakan terjadinya simbiosis industri antara pabrik kertas dan pulp ini dengan industri lainnya.

### ***Sekilas tentang Lautan Luas; Produsen Bahan Kimia untuk Kertas***

Salah satu pabrik di Indonesia adalah Lautan Luas. Dari situs resminya, diketahui bahwa PT Lautan Luas Tbk merupakan sebuah perusahaan bahan kimia dasar yang telah melayani para pelanggannya selama lebih dari enam puluh tahun. Perseroan didirikan pada 13 Juli 1951 sebagai Persekutuan Andil Maskapai Dagang dan Industri "Lim Teck Lee" (Indonesia), atau NV Lim Teck Lee (Indonesia) Coy. Ltd. Perseroan mengawali usahanya sebagai importir dan distributor bahan kimia dasar untuk industri batik dan makanan di Indonesia. Pada tahun 1965, perseroan

ini mengubah namanya menjadi PT Lautan Luas hingga saat sekarang (<http://www.lautan-luas.com/id/industries/products/pulp-paper>)

Menurut informasi dari pihak pabrik, produk yang dihasilkan telah memenuhi standar FDA (*Food and Drug Administration*) dan BFR (*Brominated Flame Retardant*) sehingga aman selama bersentuhan dengan makanan dan tahan lemak. Kertas tahan lemak adalah jenis kertas yang tidak dapat ditembus oleh minyak atau lemak. Kertas ini digunakan untuk memasak atau pun dijadikan sebagai pengemas makanan yang mengandung lemak. Makanan berlemak yang dimaksud biasanya untuk disimpan atau tidak sekaligus dikonsumsi seperti mentega, atau serta digunakan pula dalam hal memisahkan lapisan-lapisan *pancake*, kue *cookies*, dan makanan lainnya yang akan disimpan. Beberapa produk yang dihasilkan PT Lautan Luas adalah.

#### *Enzymatic Refining (Penggilingan dengan Enzim)*

Sudah umum diketahui bahwa serat *pulp* yang digiling terlebih dahulu sebelum masuk ke dalam proses pembuatan kertas akhir akan menghasilkan bentuk lembaran kertas yang lebih baik serta sifat lembar yang lebih menguntungkan, seperti lebih tebal, memiliki kekuatan tarik yang lebih baik, serta tahan robek. Kualitas-kualitas lebih ini dapat dihasilkan dengan mengubah sifat pada serat-serat individu berkat proses pengolahan mekanis yang menggunakan produk dari PT Lautan Luas.

Dengan produk teknologi enzimatik, produsen kertas dapat memperoleh keuntungan melalui efisiensi yang secara keseluruhan meningkat pada proses penggilingan *virgin pulp* (bubur kertas asli) dan serat daur ulang. Keuntungan tersebut adalah mendapatkan tingkat kualitas yang lebih baik, memperlancar proses penghalusan serat (*fine-tune*), dan menghasilkan produk yang bernilai tambah. Pemakaian enzim endoglucanases tertentu juga akan membuka permukaan serat sehingga proses fibrilasi dapat terjadi pada tingkat energi yang lebih rendah dan mengurangi tingkat kerusakan pada serat. Teknologi ini dapat mengurangi energi yang diperlukan untuk proses penggilingan dan/atau mengoptimalkan kekuatan kertas, yang selanjutnya dapat memperlancar operasi mesin dalam mencetak kertas secara keseluruhan. Nama produk kimia yang dihasilkannya ini adalah “papyrase RF”

### *Enzymatic Drainage (Pengeluaran Air dengan Enzim)*

Kertas daur ulang tidak selalu memiliki kualitas rendah. Setidaknya, kertas daur ulang akan memiliki kualitas yang baik ketika sistem *enzymatic drainage* ditingkatkan kualitasnya dan serat dimodifikasi sehingga menjadi bernilai tambah. Pesatnya perkembangan pada proses pemulihan, pemisahan, dan pengolahan serat daur ulang telah membuat kegiatan daur ulang menjadi gencar dilakukan di seluruh dunia. Namun, permintaan kertas daur ulang yang meningkat juga turut mempertajam kompetisi antar pemasok bahan baku kertas dalam bisnis proses pembuatan kertas.

Solusi teknologi enzimatik kami meningkatkan kualitas akhir kertas daur ulang dan mampu menciptakan kondisi yang efisien bagi proses pengolahan, yang mencakup keuntungan-keuntungan sebagai berikut:

- a. Proses pengeluaran air pada kertas yang lebih baik
- b. Operasi mesin yang lebih lancar dalam mencetak kertas
- c. Penghematan uap dalam proses pengeringan

Produk yang dihasilkan untuk ini adalah “Papyrase DR”

### *Enzymatic Sticky and Pitch (Penanganan Sticky dan Pitch dengan Enzim)*

Serat daur ulang merupakan sumber bahan baku utama bagi pabrik pembuatan kertas daur ulang modern. *Stickies* (kotoran-kotoran lengket) pada bahan baku serat daur ulang merupakan kendala utama dalam pembuatan kertas, karena kotoran tersebut cenderung membentuk deposit pada permukaan mesin, *fabrics*, *wire*, *felt*, dan *roll*, yang berpengaruh pada proses kelancaran kertas di mesin kertas dan dapat menimbulkan masalah teknis seperti rusaknya kertas di mesin cetak. Jika tidak bisa dikendalikan, kotoran-kotoran lengket ini dapat berpengaruh pada kualitas kertas, seperti bolong, rusak, dan sangat kotor.

Solusi teknologi enzimatik yang dihasilkan PT Lautan Luas yang mampu secara efisien mengubah limbah yang lengket ini menjadi zat yang mudah dikontrol, sehingga mesin dapat beroperasi lebih lancar dan kualitas kertas daur ulang juga menjadi lebih baik dalam hal tidak adanya bercak, lubang, dan kerusakan. Hal ini sekaligus dapat mencegah mesin menjadi rusak. Nama produknya adalah “Papyrase LIL”

### *Enzim Starch Conversion (Konversi Pati)*

Proses *sizing* (pendarihan) membuat permukaan cetakan kertas menjadi lebih baik, sehingga lebih peka terhadap tinta dan tahan gesekan. Modifikasi pati bersinggungan dengan hal ini, dan oleh karena itu menjadi tahap yang penting dalam membuat kertas yang berkualitas.

Solusi teknologi enzimatik terurai dapat menggantikan bahan pengoksidasi dengan mengubah *starch in-house* untuk mendapatkan darid pati/kanji berkualitas lebih tinggi, sehingga viskositas larutan dapat terkendali. Untuk ini dihasilkan senyawa kimia berupa “Sun Amylase 25, dan Sun Amylase 160.

### *Primer coating untuk Cetak Digital pada substrat kertas*

Primer Coating adalah produk yang dapat ditambahkan pada proses *size press* (pelapisan kertas kering dengan kanji atau bahan lain) atau pada proses *pigment coating* (pelapisan dengan zat pewarna/pigmen) untuk mengoptimalkan substrat yang akan digunakan pada pencetakan dengan HP Indigo. Produk ini memiliki daya rekat tinta HP Indigo Electroinks® yang baik bagi kertas. pH-nya yang kecil menjadikan produk ini aman dicampurkan pada berbagai formula. Produk yang dihasilkan untuk ini adalah “Digiprime 1500 AS:

### *Defoamer (Penghilang Busa) untuk Mesin Kertas*

Mesin kertas sangat rentan terhadap gangguan kecil yang timbul karena busa. Sistem sirkulasi tertutup (*closed-loop*) *white water* dan penggunaan bahan aditif kimia dapat menghasilkan banyak busa dalam mesin pembuatan kertas. Busa dapat menyebabkan penurunan kualitas karena berkurangnya output produksi dan menurunnya kualitas kertas akhir. Sehingga diperlukan *defoamer* (penghilang busa) yang dihasilkan oleh PT Lautan Luas Tbk berupa “Eltexin WDF 53 A dan Eltexin WDF 53”

### *Bulking Agent (Peningkat Volume)*

Penggunaan *bulking agent* (peningkat volume) dapat membuat kertas yang diproduksi menjadi lebih tebal dan lebih bervolume dengan menggunakan jumlah bubur kertas asli (*virgin pulp*) yang lebih sedikit,

sehingga dapat menghemat penggunaan bahan baku. Selain itu, penggunaan *bulking agent* juga membuat hasil produksi, terutama kertas pembersih (*tissue*) menjadi lebih nyaman digunakan. Produk yang mengandung senyawa kimia untuk hal ini adalah “Dekabulk K 37”.

#### *Penguat Permukaan (Kekuatan Kering Eksternal)*

Penguat permukaan (*surface strength agent*) umumnya digunakan untuk memperkuat permukaan pada *fine paper* (*kertas putih*), *coated paper*, *coated board*, *linerboard*, kertas koran (*newsprint*), dan lain sebagainya. Bahan ini juga dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan ikatan dan derajat pendarahan/tingkat penolakan air dari kertas (*sizing degree*), serta dapat mengurangi serabut yang kadangkala muncul pada permukaan kertas setelah proses pencetakan.

Penguat permukaan (*surface strength*) digunakan untuk memberi tahu kekuatan permukaan selebar *paperboard* dengan tinta yang tertulis pada permukaannya, *varnish* atau lapisan film. Selain itu juga untuk menjelaskan kekuatan yang diukur secara tegak lurus terhadap material yang berada satu level di bawah permukaan kertas *paperboard*. Merek dagang produk ini adalah “Eltesrength EDS-8035A”

#### *Internal Dry Strength Agent*

Bahan penguat merupakan komponen yang sangat penting dalam pembuatan kertas dan *tissue*. Bahan tambahan ini tidak hanya meningkatkan kekuatan yang dibutuhkan serta kualitas produk kertas, namun juga meningkatkan produktivitas mesin serta efisiensi proses.

IDS *agents* dapat meningkatkan kekuatan tarik (*tensile strength*) dan sifat tahan robek/jebol (*bursting factor*) pada selebar kertas, bahkan pada furnitur yang menggunakan bahan baku bubur kayu mekanikal dan termomekanikal. Bahan IDS ini dapat meningkatkan interaksi *fiber-fine* dan *fiber-fiber* pada selebar kertas, yang nantinya akan menguatkan ikatan antar lapisan pada kertas tersebut. Untuk ini, diproduksi “Eltestrength IDS-1535AP”

## 2. Permasalahan Lingkungan Karena Industri Kertas

Hutan menanggulangi sekitar 5000-6000 dari karbon dunia atau dengan kata lain, hutan sangat penting berfungsi sebagai penyerap karbon yang mana merupakan sumber polusi utama yang dapat menyebabkan pemanasan *world wide*. Pada kenyataannya, hampir setengah hutan di seluruh dunia telah dieksploitasi dan dibakar. Perlu diketahui bahwa 42% dari hasil panen kayu hutan digunakan untuk membuat kertas atau industri kertas. Industri kertas merupakan penyumbang terbesar ke 4 untuk emisi *fuel* rumah kaca di berbagai negara *contemporary* dan memberikan kontribusi 92-110 dari emisi karbon pada sektor manufaktur. (<https://old.datahub.io/dataset/griffin>)

### *Polusi air*

Buangan air limbah pabrik pulp dan kertas mengandung padatan, nutrisi dan bahan organik terlarut seperti lignin. Limbah ini pun mengandung alkohol, dan agen chelating dan bahan anorganik seperti klorat dan senyawa logam transisi. Nutrisi seperti nitrogen dan fosfor dapat menyebabkan atau memperburuk eutrofikasi badan air tawar seperti danau dan sungai. Bahan organik terlarut dalam air tawar, diukur dengan permintaan oksigen biologis (BOD), mengubah karakteristik ekologis. Air limbah juga dapat tercemar dengan senyawa organoklorin. Beberapa di antaranya terjadi secara alami di dalam kayu, tetapi pemutihan klor pada pulp menghasilkan jumlah yang jauh lebih besar. Studi terbaru menggarisbawahi sebagai pra-pengolahan air limbah yang tepat (misalnya koagulasi) adalah solusi hemat biaya untuk menghilangkan Chemical Oxygen Demand (COD) dan pengurangan tekanan pada lingkungan air (Boguniewicz-Joanna *et al*, 2019).

Industri pulp dan kertas juga terkait dengan emisi logam berat yang penting. Di Kanada, misalnya, industri ini adalah sumber ketiga dari timbal (Pb) emisi ke air.<sup>1</sup> Di AS, industri pulp dan kertas bertanggung jawab atas 9% pelepasan industri ke air.<sup>1</sup> Pada 2015, sektor pulp dan kertas menempati peringkat pertama dalam jumlah setara *pound* tertimbang beracun (TWPE) yang dibuang ke air oleh industri. Lebih dari 92% TWPE ini berasal dari senyawa hidrogen sulfida, dioksin dan dioksin serta senyawa mangan (Mn) dan mangan. Perhatikan bahwa 7 fasilitas pulp dan

kertas menyumbang 80% hidrogen sulfida yang dikeluarkan dan 5 fasilitas menyumbang 93% dari dioksin yang dikeluarkan dari total 226 fasilitas. Terakhir kali EPA meninjau senyawa Mn dan Mn (2006) disimpulkan bahwa debit di bawah tingkat yang dapat diobati. Tingkat debit tidak berubah secara signifikan sejak saat itu.

Debit juga dapat mengubah warna air yang menyebabkan berkurangnya estetika. Ini telah terjadi dengan Sungai Tarawera di Selandia Baru yang kemudian dikenal sebagai "saluran hitam".

### *Polusi Udara*

Tarkpea, *et al* (1999) melaporkan bahwa Emisi udara hidrogen sulfida, metil merkaptan, dimetil sulfida, dimetil disulfida, dan senyawa sulfur yang mudah menguap lainnya adalah penyebab karakteristik bau dari pabrik bubur kertas menggunakan proses kraft. Bahan kimia lain yang dilepaskan ke udara dan air dari sebagian besar pabrik kertas meliputi yang berikut:

- a. karbon monoksida
- b. amonia
- c. nitrogen oksida
- d. air raksa
- e. nitrat
- f. metanol
- g. benzena
- h. senyawa organik yang mudah menguap, kloroform .

Pulp mekanis pemutihan bukan merupakan penyebab utama masalah lingkungan karena sebagian besar bahan organik dipertahankan dalam pulp, dan bahan kimia yang digunakan (hidrogen peroksida dan natrium dionionit) menghasilkan produk sampingan jinak (masing-masing air, dan akhirnya natrium sulfat). Namun, pemutihan pulp kimia berpotensi menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan, terutama melalui pelepasan bahan organik ke saluran air. Pabrik bubur kertas hampir selalu terletak di dekat genangan air besar karena mereka membutuhkan sejumlah besar air untuk prosesnya. Meningkatnya kesadaran masyarakat tentang isu-isu lingkungan dari tahun 1970-an dan 1980-an, sebagaimana dibuktikan oleh pembentukan organisasi seperti Greenpeace, memengaruhi

industri pembuatan pulp dan pemerintah untuk mengatasi pelepasan bahan-bahan ini ke lingkungan.<sup>1</sup> Tekanan LSM lingkungan sangat kuat pada perusahaan pulp dan kertas Swedia dan Finlandia.

Pemutihan konvensional menggunakan unsur klor menghasilkan dan melepaskan ke lingkungan sejumlah besar senyawa organik terklorinasi, termasuk dioksin terklorinasi. Dioksin diakui sebagai polutan lingkungan yang persisten, diatur secara internasional oleh Konvensi Stockholm tentang Polutan Organik Persisten. Dioksin sangat beracun, dan efek kesehatan pada manusia termasuk masalah reproduksi, perkembangan, kekebalan dan hormon. Mereka diketahui bersifat karsinogenik. Lebih dari 90% paparan manusia melalui makanan, terutama daging, susu, ikan, dan kerang, karena dioksin terakumulasi dalam rantai makanan di jaringan lemak hewan.

### *Emisi Gas Rumah Kaca*

Secara global, 69% GRK berasal dari industri energi dan transportasi. Industri percetakan dan kertas global menyumbang sekitar 1% dari emisi karbon dioksida global. Emisi gas rumah kaca dari industri pulp dan kertas dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil yang diperlukan untuk produksi dan transportasi bahan baku, fasilitas pengolahan air limbah, daya beli, transportasi kertas, transportasi produk cetakan, pembuangan dan daur ulang.

Membuang kertas di lokasi TPA, dan kerusakan serta produksi metana (gas rumah kaca yang potensial) selanjutnya juga menambah jejak karbon produk kertas. Ini adalah alasan lain mengapa daur ulang kertas bermanfaat bagi lingkungan. Pemulihan kertas, alih-alih penimbunan limbah dapat mengurangi potensi pemanasan global produk kertas hingga 15 hingga 25%.

Di pabrik pulp dan kertas di AS, tingkat emisi GRK yang dinyatakan dalam ton setara karbon dioksida per ton produksi telah berkurang 55,8% sejak 1972, 23,1% sejak 2000, dan 3,9% dibandingkan tahun 2010. Antara 2005 dan 2012, pabrik pulp dan kertas AS membeli energi (dari bahan bakar fosil) per ton produksi telah berkurang 8,8%.

Di Kanada, antara tahun 2000 dan 2012, emisi GRK langsung turun 56% dan total penggunaan energi sebesar 30%. Sebagian dari penurunan ini disebabkan oleh kontraksi industri hutan tetapi sebagian besar



disebabkan oleh berkurangnya penggunaan bahan bakar fosil dan peningkatan pembangkit listrik sendiri dari biomassa terbarukan. Bioenergi menyumbang 56% dari penggunaan energi industri hutan pada tahun 2012, naik dari 49% pada tahun 2000.

## **B. Industri Tekstil**

Manufaktur atau pabrik tekstil merupakan salah satu jenis industri besar di Indonesia dan negara-negara lain di dunia. Pada prinsipnya, industri tekstil dilakukan di pabrik adalah perubahan serat menjadi benang, kemudian benang menjadi kain, dan selanjutnya sampai menjadi tekstil. Tekstil yang dihasilkan itu, kemudian dibuat menjadi pakaian atau benda-benda yang lainnya. Kapas merupakan kain alami yang sangat penting. Rangkaian prosesnya adalah melalui penenunan, pembentukan kain, penyelesaian dan pewarnaan.

### **1. Tahapan Proses Umum**

Dalam proses produksi tekstil secara umum terdapat tahapan proses yang dimulai dengan *texturizing* hingga hasil produk yang siap untuk dijual. Masing-masing tahapan diuraikan sebagai berikut.

#### *Texturizing*

Merupakan proses awal, di mana benang-benang *filament* diproses dalam mesin dengan temperatur dan tekanan tertentu, serta puntiran tertentu sehingga menghasilkan efek keriting, ketebalan yang elastis, dan mempunyai *crimp* yang tinggi.

#### *Twisting*

Merupakan proses di mana benang diberikan puntiran dengan nilai tertentu (*twist* per meter/tpm) untuk menjadikan benang semakin kompak dan kuat, serta memiliki sifat lain sesuai dengan peruntukan desain. Dalam proses ini, dikenal 2 macam puntiran, yaitu *low twist* (<450 tpm) dan *high twist* (>450 tpm).

#### *Sizing*

Merupakan proses pemberian lapisan kanji atau *film* kepada benang agar lebih kuat sehingga tidak mudah putus saat dilakukan proses berikutnya. Proses ini khususnya dilakukan pada benang *non twist* atau *low twist*.

### *Weaving*

Merupakan proses penenunan, di mana benang pakan disilangkan dengan benang lusi sehingga teranyam dengan baik. Proses ini terdiri dari 5 tahapan, yaitu penguluran lusi (*let off motion*), pembukaan mulut lusi (*shedding motion*), peluncuran benang pakan (*weft insertion*), serta pengetekan (*beating motion* dan *take up motion*).

### *Dyeing & Finishing*

Merupakan proses pencelupan atau pemberian warna, serta penyempurnaan (*treatment*) kain dalam proses *finishing* untuk mendapatkan warna dan *handfeel* sesuai desain yang diinginkan konsumen.

### *Final Inspect & Logistic Center*

Merupakan proses pemeriksaan kualitas akhir produk yang meliputi *quality control* laboratorium untuk beberapa parameter, antara lain *fastness, resistance, slippage, density, shrinkage*, kualitas fisik (seperti *neps, crease mark, creasing, spots, bowing, skewing*), serta kualitas warna dan *handfeel*.

### *Salah Satu Pabrik Tekstil: PT Trisula Textile Industries Tbk*

Dari situs resminya, diinformasikan bahwa pabrik ini berawal dari sebuah pabrik sederhana, di Bandung Indonesia pada tahun 1968. Waktu itu Bapak Tirta Suherlan memulai bisnisnya di industri tekstil. Melalui kerja keras, ketekunan serta integritas, akhirnya telah bertumbuh dan berkembang menjadi produsen tekstil yang andal dan inovatif serta menjadi pemimpin terbaik di Indonesia dalam penyediaan tekstil khususnya seragam dan *fashion*.

Produk utama dari PT Trisula Industries Tbk adalah kain atau *fabric* yang terbuat dari 100% *polyester* serta kombinasinya dengan rayon dan katun, yang telah dikenal di dalam dan luar negeri dengan merek Bellini dan Caterina. Melalui salah satu anak perusahaannya PT Mido Indonesia, kain-kain tersebut dirancang dan diproduksi menjadi seragam dan dikirim ke para pelanggan. Seragam merupakan kebutuhan penting dalam dunia kerja. Seragam menggambarkan identitas perusahaan. Seragam yang

berkualitas dan *stylish* dapat meningkatkan *image* serta kepercayaan diri perusahaan dalam berkomunikasi dengan para pelanggannya. Seragam yang baik harus memiliki kriteria antara lain, menggunakan bahan *textile* yang berkualitas, desain dan warna yang menarik serta nyaman digunakan. Sekarang ini desain seragam terus berkembang mengikuti *trend* terkini (<https://trisulatextile.com/tentang-kami-2/>).

Adapun rangkaian proses yang terjadi di dunia industri tekstil sebagaimana pada PT Trisula Textile Industries Tbk, diuraikan sebagai berikut.

#### *Bahan Baku*

Bahan baku yang digunakan adalah benang *filament* dan benang *spun* yang terdiri dari 100% Polyester, Rayon, CD, Nylon, Cotton serta kombinasi dari berbagai macam benang-benang tersebut. Bahan baku sebagian besar dibeli dari *supplier* lokal dan sisanya dari *import*.

#### *Texturizing*

Proses awal *texturizing*, di mana benang-benang *filament* diproses dalam suatu mesin dengan mendapatkan perlakuan *temperature*, *tension*, serta puntiran atau *twist* dalam waktu tertentu sehingga menghasilkan efek keriting, *bulky* elastis dan mempunyai *crimp* yang tinggi.

#### *Twisting*

Proses lanjutan setelah *texturizing* adalah *twisting*, di mana benang diberikan *twist*/puntiran dengan nilai puntiran tertentu (TPM) *twist* per meter yang menjadikan benang semakin kompak dan kuat, serta sifat lain sesuai dengan peruntukan *design*. Dalam proses ini dikenal 2 macam benang, *low twist* (< 450 tpm) dan *high twist* (> 450 tpm). *Twist* di antaranya berguna untuk memberikan ketahanan kepada benang agar tidak pecah saat proses *weaving*, selain itu juga berguna untuk memberikan efek “jatuh” *dravery* karena kain mempunyai masa jenis yang tinggi. Serta meningkatkan daya tenun.

#### *Warping*

Memindahkan benang dari gulungan *bobbins* atau *chese* atau *cones* ke dalam gulungan besar (*beam*) dengan arah sejajar serta jumlah dan panjang

benang yang sudah ditentukan. Selanjutnya benang ini akan dijadikan benang lusi (*warp*) yaitu benang yang searah dengan arah panjang kain.

### *Sizing*

Memberikan lapisan kanji atau film kepada benang agar lebih kuat sehingga tidak mudah putus saat dilakukan proses berikutnya. Pengkajian ini dilakukan khususnya pada benang *non twist* atau *low twist*.

### *Beaming*

Benang dari proses *warping* ataupun proses *sizing* selanjutnya digabungkan dari beberapa *beam* untuk menjadi *beam* lusi. Gabungan ini bisa dari jenis benang yang sama atau jenis benang yang berbeda sesuai dengan *design* yang diperuntukkan.

### *Drawing In*

Adalah proses pencucukan di mana benang-benang dimasukkan ke dalam *dropper*, *gun* dan sisir sesuai dengan jenis anyaman kain yang diinginkan. Proses ini memerlukan kehati-hatian karena dilakukan secara manual dan membutuhkan waktu yang cukup lama terutama untuk anyaman *fancy* (anyaman hias).

### *Weaving*

Adalah proses pertentunan, di mana benang pakan disilangkan dengan benang lusi sehingga teranyam (menjadi anyaman). Secara umum proses ini terdiri dari 5 Tahap, yaitu penguluran lusi (*let off motion*), pembukaan mulut lusi, (*shedding motion*) peluncuran benang pakan (*weft insertion*) pengetekan (*beating motion*) dan yang terakhir (*take up motion*).

### *Greige Inspecting*

Proses memeriksa atau memberikan *grade* kualitas kain hasil tenun, bagian yang diperiksa meliputi kualitas fisik (misal salah anyaman, pakan pecah, pakan putus, lusi putus, *neps* dan lain lain) serta kualitas daya serap warna (*dyeability*) seperti lusi campur, kerataan warna *barre* dan lain sebagainya. Proses pemeriksaannya dilakukan berdasarkan SOP serta standard yang ditentukan.

### *Dyeing Finishing*

#### *Open Greige*

Membuka gulungan *greige* serta menyambung dengan gulungan yang lain sehingga menghasilkan panjang tertentu dalam 1 batch (satuan pencelupan). Biasanya 1 batch sama dengan 600yrd (10 s/d 12 gulung). Yang harus diperhatikan dalam proses ini di antaranya adalah kesamaan corak serta lebar *greige* serta kualitas sambungan harus rata dan rapi. Setelah itu dimasukkan ke dalam roda.

#### *Washing*

Setelah dilakukan pembukaan *greige* maka proses selanjutnya adalah proses pencucian (*washing*) yang bertujuan untuk menghilangkan kanji, lemak serta kotoran yang melekat pada kain. Yang harus diperhatikan adalah penanganan kain dalam proses ini harus disesuaikan dengan karakteristiknya agar proses dapat menghasilkan kain yang benar-benar bersih sehingga siap untuk proses selanjutnya.

#### *Drying*

Kain yang masih basah setelah proses *washing* harus dikeringkan di dalam mesin *drying* untuk mendapatkan kain yang benar-benar kering sehingga berat kain dapat diketahui secara tepat dan akurat. Pengukuran berat ini dimaksudkan untuk dapat menentukan berat *chemical* ataupun *dyestuff* yang harus digunakan.

#### *Dyeing*

Adalah proses pencelupan atau pewarnaan sesuai dengan target warna yang diinginkan. Masing-masing warna akan menentukan apa saja zat warna atau *chemical* yang akan digunakan serta komposisinya masing-masing, selain itu yang ikut mempengaruhi adalah SPC (*Standard Process Condition*) yang meliputi besaran *temperature*, waktu serta parameter lainnya.

#### *Middle Inspect*

Proses pemeriksaan kain hasil celup, meliputi kesesuaian warna serta parameter fisik kain yang lain, tujuan pemeriksaan ini adalah untuk

memastikan kain hasil celup apakah dapat dilakukan proses lanjut atau harus diperbaiki terlebih dahulu, permasalahannya yang diketahui lebih awal tentu akan mengurangi *cost* akibat kesalahan tersebut.

### *Resin Finish*

Memberikan efek pegangan atau *handfeel* sesuai yang diharapkan (lembut, keras, kering, *bulky* dan lain lain )serta mempunyai fungsi tambahan seperti anti air, anti bakteri *quick absorber, fire retardant*, aroma terapi, teflon dan lain sebagainya.

### *Final Setting*

Proses *curing* atau pematapan dengan dilakukan proses pemanasan tinggi sehingga karakteristik kain yang meliputi dimensi, *density* serta karakteristik lain yang dikerjakan diproses sebelumnya menjadi perkamen.

### *Final Inspecting*

Proses pemeriksaan kualitas akhir produk yang meliputi QC Lab untuk beberapa parameter antara lain *fastness*, kekuatan tarik, *slippage*, *density*, *shrinkage* dll, kualitas disik seperti *neps*, *crease mark*, *creasing*, *flek*, *bowing*, *skewing* dll, serta kualitas warna dan *handfeel*.

## **2. Limbah Cair Industri Tekstil**

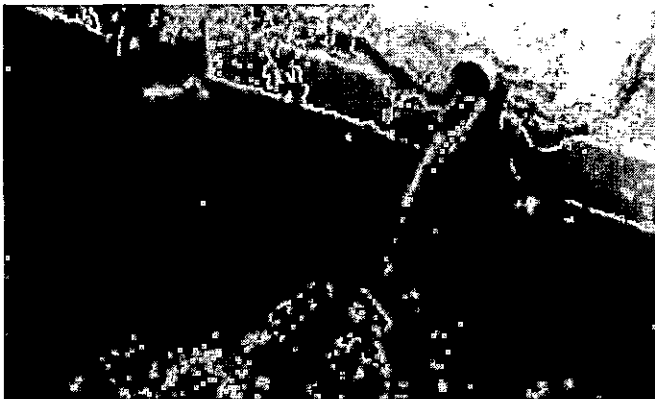
Limbah tekstil (*garmen*) merupakan limbah yang dihasilkan dalam proses pengkajian, proses penghilangan kanji, pengelantangan, pemasakan, merserisasi, pewarnaan, pencetakan dan proses penyempurnaan. Limbah-limbah yang dihasilkan suatu industri tekstil ini akan dialirkan ke kolam-kolam penampungan dan selanjutnya dibuang ke sungai. Untuk memperoleh kualitas air yang lebih baik sebelum air tersebut dibuang ke perairan, maka suatu industri tekstil harus memenuhi baku mutu air limbah sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No 5 Tahun 2015 tentang Baku Mutu Air Limbah. Hal ini disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil**

Parameter	Kadar paling Tinggi (mg/L)	Beban pencemaran paling tinggi (Kg/ton)
BOD <sub>5</sub>	60	6
COD	150	15
TSS	50	5
Fenol Total	0,5	0,05
Krom Total (Cr)	1,0	0,1
Amonia Total (NH <sub>3</sub> -N)	8,0	0,8
Sulfida (sebagai S)	0,3	0,03
Minyak dan Lemak	3,0	0,3
pH		6,0-9,0
Debit Limbah paling tinggi		100m <sup>3</sup> /ton produk tekstil

(Sumber: Permen LH No 5/2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil)

Gabungan air limbah pabrik tekstil di Indonesia rata-rata mengandung 750 mg/l padatan tersuspensi dan 500 mg/l BOD. Perbandingan COD:BOD adalah dalam kisaran 1,5:1 sampai 3:1. Pabrik serat alam menghasilkan beban yang lebih besar. Beban tiap ton produk lebih besar untuk operasi kecil dibandingkan dengan operasi modern yang besar, berkisar dari 25 kg BOD/ton produk sampai 100 kg BOD/ton.



**Gambar 54. Limbah Cair Industri Tekstil**

(Sumber: <https://blogs.uajy.ac.id/ivann/2016/08/20/dibalik-warna-indah-kain-batik/>)

### **3. Sumber Limbah Industri Tekstil**

Limbah dan emisi merupakan *non product output* dari kegiatan industri tekstil. Khusus industri tekstil yang di dalam proses produksinya mempunyai unit *Finishing*- Pewarnaan (*dyeing*) mempunyai potensi sebagai penyebab pencemaran air dengan kandungan amonia yang tinggi. Pihak industri pada umumnya masih melakukan upaya pengelolaan lingkungan dengan melakukan pengolahan limbah (*treatment*). Dengan membangun instalasi pengolah limbah memerlukan biaya yang tidak sedikit dan selanjutnya pihak industri juga harus mengeluarkan biaya operasional agar buangan dapat memenuhi baku mutu.

Air limbah yang dibuang begitu saja ke lingkungan menyebabkan pencemaran, antara lain menyebabkan polusi sumber-sumber air seperti sungai, danau, sumber mata air, dan sumur. Limbah cair mendapat perhatian yang lebih serius dibandingkan bentuk limbah yang lain karena limbah cair dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dalam bentuk pencemaran fisik, pencemaran kimia, pencemaran biologis dan pencemaran radioaktif.

Limbah tekstil merupakan limbah cair dominan yang dihasilkan industri tekstil karena terjadi proses pemberian warna (*dyeing*) yang di samping memerlukan bahan kimia juga memerlukan air sebagai media pelarut. Industri tekstil merupakan suatu industri yang bergerak dibidang garmen dengan mengolah kapas atau serat sintetis menjadi kain melalui tahapan proses: *Spinning* (Pemintalan) dan *Weaving* (Penenunan). Limbah industri tekstil tergolong limbah cair dari proses pewarnaan yang merupakan senyawa kimia sintetis, mempunyai kekuatan pencemar yang kuat. Bahan pewarna tersebut telah terbukti mampu mencemari lingkungan. Zat warna tekstil merupakan semua zat warna yang mempunyai kemampuan untuk diserap oleh serat tekstil dan mudah dihilangkan warna (kromofor) dan gugus yang dapat mengadakan ikatan dengan serat tekstil (auksokrom).

### **4. Karakteristik Air Limbah Industri Tekstil:**

Dari hasil observasi dan studi yang penulis lakukan, didapat beberapa karakteristik air limbah dari industri tekstil ini, yang dapat dibagi menjadi tiga yaitu:



### *Karakteristik Fisika*

Karakteristik fisika ini terdiri dari beberapa parameter, di antaranya:

- a. *Total Solid (TS)*: Merupakan padatan di dalam air yang terdiri dari bahan organik maupun anorganik yang larut, mengendap, atau tersuspensi dalam air.
- b. *Total Suspended Solid (TSS)*: Merupakan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron.
- c. *Warna*: Pada dasarnya air bersih tidak berwarna, tetapi seiring dengan waktu dan meningkatnya kondisi anaerob, warna limbah berubah dari yang abu-abu menjadi kehitaman.
- d. *Kekeruhan*: Kekeruhan disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik.
- e. *Temperatur*: Merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari – hari.
- f. *Bau*: Disebabkan oleh udara yang dihasilkan pada proses dekomposisi materi atau penambahan substansi pada limbah. Pengendalian bau sangat penting karena terkait dengan masalah estetika.

### *Karakteristik Kimia*

- a. *Biological Oxygen Demand (BOD)*  
Menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air
- b. *Chemical Oxygen Demand (COD)*  
Merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam ppm (part per milion) atau ml O<sub>2</sub>/ liter. (Alaerts dan Santika, 1984).
- c. *Dissolved Oxygen (DO)*  
adalah kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk respirasi aerob mikroorganisme. DO di dalam air sangat tergantung pada temperatur dan salinitas.

d. Ammonia ( $\text{NH}_3$ )

Ammonia adalah penyebab iritasi dan korosi, meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dan mengganggu proses desinfeksi dengan chlor (Soemirat, 1994). Ammonia terdapat dalam larutan dan dapat berupa senyawa ion ammonium atau ammonia, tergantung pada pH larutan.

e. Sulfida

Sulfat direduksi menjadi sulfida dalam *sludge digester* dan dapat mengganggu proses pengolahan limbah secara biologi jika konsentrasinya melebihi 200 mg/L. Gas  $\text{H}_2\text{S}$  bersifat korosif terhadap pipa dan dapat merusak mesin.

f. Fenol

Fenol mudah masuk lewat kulit. Keracunan kronis menimbulkan gejala *gastero intestinal*, sulit menelan, dan hipersalivasi, kerusakan ginjal dan hati, serta dapat menimbulkan kematian).

g. Derajat keasaman (pH)

pH dapat mempengaruhi kehidupan biologi dalam air. Bila terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mematikan kehidupan mikroorganisme. Phnormal untuk kehidupan air adalah 6–8.

h. Logam Berat

Logam berat bila konsentrasinya berlebih dapat bersifat toksik sehingga diperlukan pengukuran dan pengolahan limbah yang mengandung logam berat.

Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia yang dalam skala tertentu membantu kinerja metabolisme tubuh dan mempunyai potensi racun jika memiliki konsentrasi yang terlalu tinggi. Berdasarkan sifat racunnya logam berat dapat dibagi menjadi 3 golongan:

- 1) Sangat beracun, dapat mengakibatkan kematian atau gangguan kesehatan yang tidak pulih dalam jangka waktu singkat, logam tersebut antara lain: Pb, Hg, Cd, Cr, As, Sb, Ti dan U.
- 2) Moderat, mengakibatkan gangguan kesehatan baik yang dapat pulih maupun yang tidak dapat pulih dalam jangka waktu yang relatif lama, logam tersebut antara lain: Ba, Be, Au, Li, Mn, Sc, Te, Va, Co dan Rb.

- 3) Kurang beracun, namun dalam jumlah yang besar logam ini dapat menimbulkan gangguan kesehatan antara lain: Bi, Fe, Mg, Ni, Ag, Ti dan Zn.

### *Karakteristik Biologi*

Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air terutama air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih. Parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah.

Penentuan kualitas biologi ditentukan oleh kehadiran mikroorganisme terlarut dalam air seperti kandungan bakteri, algae, cacing, serta plankton. Penentuan kualitas mikroorganisme dilatarbelakangi dasar pemikiran bahwa air tersebut tidak akan membahayakan kesehatan. Dalam konteks ini maka penentuan kualitas biologi air didasarkan pada analisis kehadiran mikroorganisme indikator pencemaran.

Di sekitar pabrik pada umumnya sungai digunakan untuk tempat pembuangan limbah, tanpa instalasi pengolahan limbah terlebih dahulu. Dalam kegiatan industri, air yang telah digunakan (air limbah industri) tidak boleh langsung dibuang ke lingkungan, tetapi air limbah industri harus mengalami proses pengolahan sehingga dapat digunakan lagi atau dibuang ke lingkungan tanpa menyebabkan pencemaran. Dengan pengolahan tersebut limbah tekstil yang dibuang ke sungai di duga dapat mengurangi bahan pencemar.

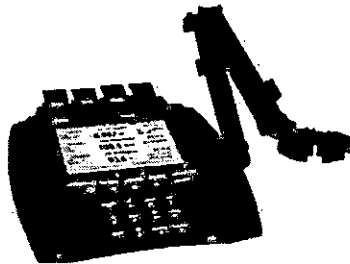
Larutan penghilang kanji biasanya langsung dibuang dan ini mengandung zat kimia pengkanji dan penghilang kanji pati, PVA, CMC, enzim, asam. Penghilangan kanji biasanya memberi kan BOD paling banyak dibanding dengan proses-proses lain. Pemasakan dan merserisasi kapas serta pemucatan semua kain adalah sumber limbah cair yang penting, yang menghasilkan asam, basa, COD, BOD, padatan tersuspensi dan zat-zat kimia. Proses-proses ini menghasilkan limbah cair dengan volume besar, pH yang sangat bervariasi dan beban pencemaran yang tergantung pada proses dan zat kimia yang digunakan. Pewarnaan dan pembilasan menghasilkan air limbah yang berwarna dengan COD tinggi dan bahan-bahan lain dari zat warna yang dipakai, seperti fenol dan logam.

Di Indonesia zat warna berdasar logam (krom) tidak banyak dipakai. Proses pencetakan menghasilkan limbah yang lebih sedikit daripada pewarnaan.

Untuk memenuhi kebutuhan industri dari tekstil ini, seperti halnya pada pabrik kertas sebelum ini, maka muncul atau lahir pula industri pengering yang memproduksi bahan kimia atau bahan yang lain yang diperlukan untuk industri tekstil ini. Salah satunya adalah PT Sumber Aneka Karya Abadi. Dari situs resminya, diketahui bahwa perusahaan ini merupakan sebagai salah satu distributor alat laboratorium yang menyediakan alat-alat untuk mengukur parameter yang dibutuhkan Industri Tekstil dalam pengontrolan limbah cairnya (<http://www.saka.co.id/index>). Beberapa alat yang diperlukan pada industri tekstil terkait dalam hal pengontrolan limbah cairnya adalah.

#### *pH*

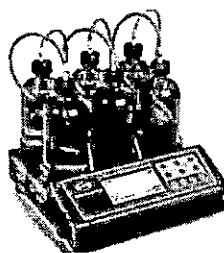
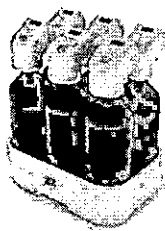
Karena karakteristik limbah cair industri tekstil yang beragam seperti mengandung senyawa organik, sulfida dan logam berat, maka diperlukan elektroda yang memiliki *performance* tinggi di segala macam sampel seperti Thermo Scientific Orion 8172BNWP. Sedangkan untuk meter pengukur pH dapat digunakan Thermo Scientific Orion “versa star vstar 90” Multiparameter Benchtop Meter.



**Gambar 55. Alat Pengukur pH: versa star vstar 90**  
(Sumber: <http://www.saka.co.id/index>)

#### *BOD*

BOD Sensor System 6 dari VELP atau BOD Trak II dari HACH dapat digunakan untuk mengukur nilai BOD berdasarkan metode *manometric*.

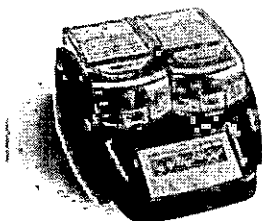


**Gambar 56. BOD Sensor System 6 Velp (kiri) dan BODTrakII Apparatus (kanan)**

(Sumber: <http://www.saka.co.id/index>)

### *COD, Fenol Total, Amonia Total, Krom Total dan Sulfida*

Hach DRB200 dapat digunakan sebagai reaktor untuk membantu analisa COD pada limbah industri tekstil. Untuk reaktor DRB200 ini tersedia *single block* (sebelah kiri pada Gambar 36) dan *dual block* (pada kanan Gambar 36). Kemudian untuk mengukur nilai COD beserta Fenol Total, Krom Total, Amonia Total dan Sulfida dapat digunakan spektrofotometer HACH (DR1900, DR3900 atau DR6000).



**Gambar 57. Alat Pengukur COD, Fenol Total, Krom, Amonia dan Sulfida**

(Sumber: <http://www.saka.co.id/index>)

### **C. Industri Kilang Minyak**

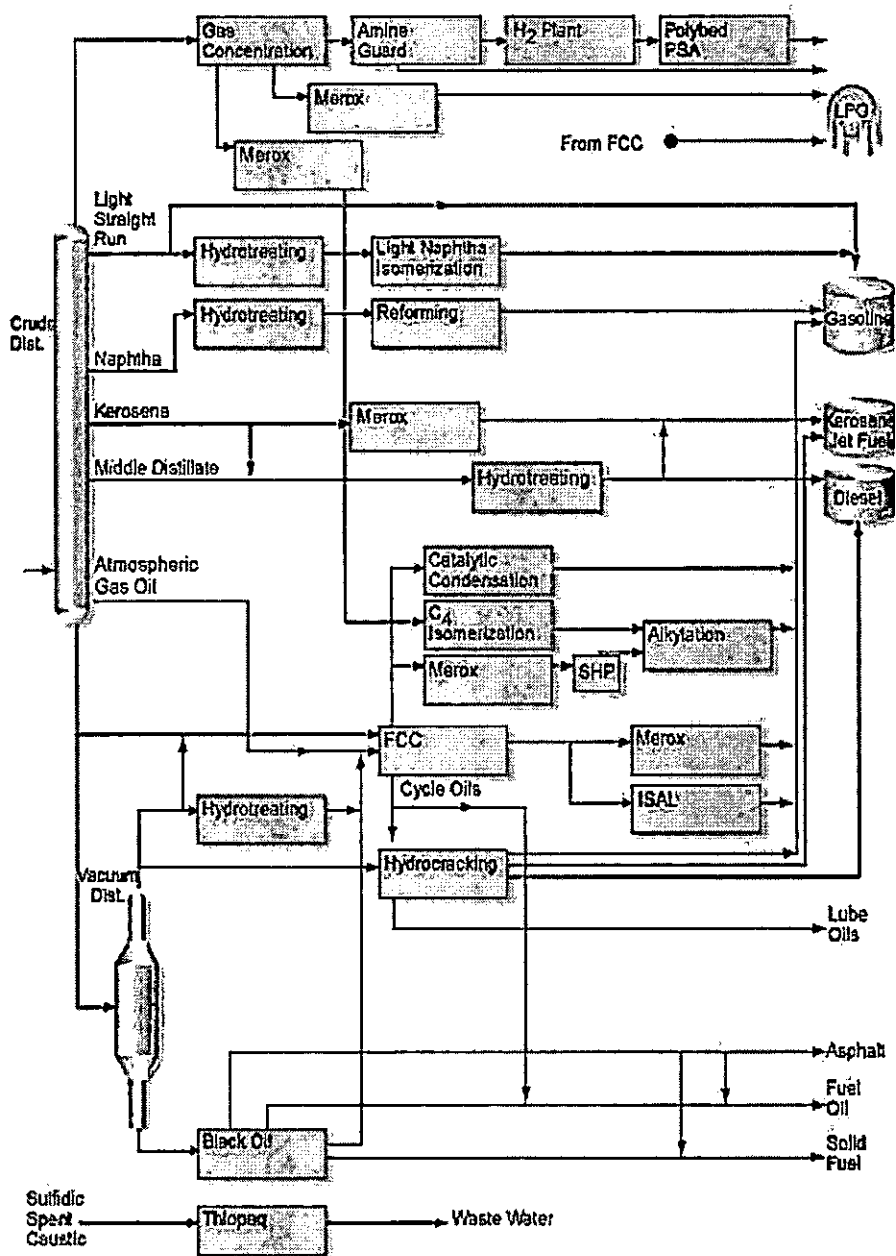
Kilang minyak (bahasa Inggris: *oil refinery*) adalah pabrik/fasilitas industri yang mengolah minyak mentah menjadi produk petroleum yang bisa langsung digunakan maupun produk-produk lain yang menjadi bahan baku bagi industri petrokimia. Produk-produk utama yang dihasilkan dari kilang minyak antara lain: minyak nafta, bensin (*gasoline*), bahan bakar diesel, minyak tanah (*kerosene*), dan elpiji.

## 1. Proses Operasi dalam Kilang Minyak

Secara umum proses produksi di dalam kilang minyak dimulai dari minyak mentah diproses di dalam kilang minyak. Minyak mentah merupakan campuran yang amat kompleks yang tersusun dari berbagai senyawa hidrokarbon. Di dalam kilang minyak tersebut, minyak mentah akan mengalami sejumlah proses yang akan memurnikan dan mengubah struktur dan komposisinya sehingga diperoleh produk yang bermanfaat.

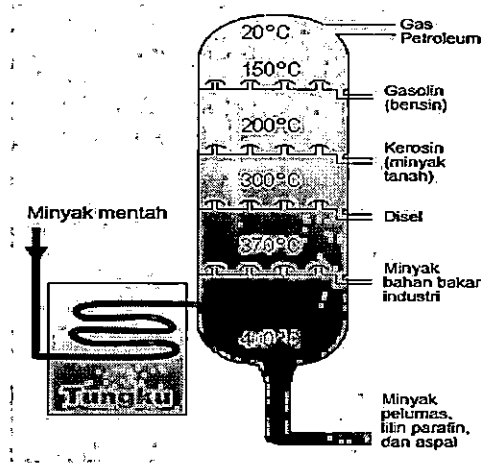
Secara garis besar, proses yang berlangsung di dalam kilang minyak dapat digolongkan menjadi 5 bagian, yaitu:

- a. Proses distilasi, yaitu proses penyulingan berdasarkan perbedaan titik didih; Proses ini berlangsung di kolom distilasi atmosferik dan Kolom Destilasi Vakum.
- b. Proses konversi, yaitu proses untuk mengubah ukuran dan struktur senyawa hidrokarbon. Termasuk dalam proses ini adalah:
  - 1) Dekomposisi dengan cara perengkahan termal dan katalis (*thermal and catalytic cracking*)
  - 2) Unifikasi melalui proses alkilasi dan polimerisasi
  - 3) Alterasi melalui proses isomerisasi dan *catalytic reforming*
- c. Proses pengolahan (*treatment*). Proses ini dimaksudkan untuk menyiapkan fraksi-fraksi hidrokarbon untuk diolah lebih lanjut, juga untuk diolah menjadi produk akhir.
- d. Formulasi dan pencampuran (*blending*), yaitu proses pencampuran fraksi-fraksi hidrokarbon dan penambahan bahan aditif untuk mendapatkan produk akhir dengan spesifikasi tertentu.
- e. Proses-proses lainnya, antara lain meliputi: pengolahan limbah, proses penghilangan air asin (*sour-water stripping*), proses pemerolehan kembali sulfur (*sulphur recovery*), proses pemanasan, proses pendinginan, proses pembuatan hidrogen, dan proses-proses pendukung lainnya. Lihat Gambar 58 berikut.



Gambar 58. Proses Operasi dalam Kilang Minyak  
 Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang\\_minyak](https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang_minyak))

## Proses Destilasi



**Gambar 59. Proses Destilasi**

(Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang\\_minyak](https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang_minyak))

Gambar ini memperlihatkan proses destilasi (penyulingan) minyak mentah yang berlangsung di Kolom Destilasi. Tahap awal proses pengilangan berupa proses destilasi (penyulingan) yang berlangsung di dalam Kolom Distilasi Atmosferik dan Kolom Distilasi Vacuum. Di kedua unit proses ini minyak mentah disuling menjadi fraksi-fraksinya, yaitu gas, distilat ringan (seperti minyak bensin), distilat menengah (seperti minyak tanah, minyak solar), minyak bakar (*gas oil*), dan residu. Pemisahan fraksi tersebut didasarkan pada titik didihnya.

Kolom distilasi berupa bejana tekan silindris yang tinggi (sekitar 40 m) dan di dalamnya terdapat *tray-tray* yang berfungsi memisahkan dan mengumpulkan fluida panas yang menguap ke atas. Fraksi hidrokarbon berat mengumpul di bagian bawah kolom, sementara fraksi-fraksi yang lebih ringan akan mengumpul di bagian-bagian kolom yang lebih atas.

Fraksi-fraksi hidrokarbon yang diperoleh dari kolom distilasi ini akan diproses lebih lanjut di unit-unit proses yang lain, seperti: Fluid Catalytic Cracker, dan lain-lain.



## 2. Produk Kilang Minyak

Adapun produk yang dihasilkan oleh industri kilang minyak adalah:

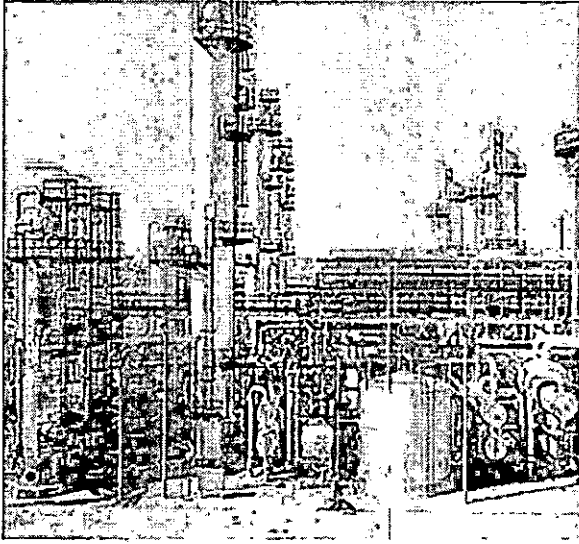
- a. Minyak bensin (*gasoline*). Minyak bensin merupakan produk terpenting dan terbesar dari kilang minyak.
- b. Minyak tanah (*kerosene*)
- c. LPG (*Liquified Petroleum Gas*)
- d. Minyak distilat (*distillate fuel*)
- e. Minyak residu (*residual fuel*)
- f. Kokas (*coke*) dan aspal
- g. Bahan-bahan kimia pelarut (*solvent*)
- h. Bahan baku petrokimia
- i. Minyak pelumas

## 3. Kilang Minyak di Indonesia

Di Indonesia terdapat sejumlah kilang minyak, antara lain:

- a. Pertamina Unit Pengolahan I Pangkalan Brandan, Sumatra Utara (Kapasitas 5 ribu barel/hari). Kilang minyak pangkalan Brandan sudah ditutup sejak awal tahun 2007
- b. Pertamina Unit Pengolahan II Dumai/Sei Pakning, Riau (Kapasitas Kilang Dumai 127 ribu barel/hari, Kilang Sungai Pakning 50 ribu barel/hari)
- c. Pertamina Unit Pengolahan III Plaju, Sumatra Selatan (Kapasitas 145 ribu barel/hari)
- d. Pertamina Unit Pengolahan IV Cilacap (Kapasitas 548 ribu barel/hari)
- e. Pertamina Unit Pengolahan V Balikpapan, Kalimantan Timur (Kapasitas 266 ribu barel/hari)
- f. Pertamina Unit Pengolahan VI Balongan, Jawa Barat (Kapasitas 125 ribu barel/hari)
- g. Pusdiklat Migas Cepu, Jawa Tengah (Kapasitas 45 ribu barel/hari)
- h. Pertamina Unit Pengolahan VII Sorong, Irian Jaya Barat (Kapasitas 10 ribu barel/hari)

Semua kilang minyak di atas dioperasikan oleh Pertamina.



**Gambar 60. Salah Satu Kilang Minyak di Indonesia**  
(Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang\\_minyak](https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang_minyak))

#### **4. Dampak Lingkungan Industri Perminyakan** *Tumpahan Minyak di Laut*



**Gambar 61. Pantai Setelah Tumpahan Minyak**  
(Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang\\_minyak](https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang_minyak))

### *Akumulasi Sampah Plastik di Pantai*

Selain mengakibatkan terjadinya kematian flora dan fauna di pantai akibat tumpahan minyak, juga terjadinya akumulasi sampah plastik di pantai. Keberadaan sampah plastik di pantai selain merusak estetika juga berpotensi menimbulkan keracunan apabila pada plastik tersebut terdapat senyawa yang berbahaya dan beracun pada lingkungan hidup.



**Gambar 62. Akumulasi Sampah Plastik di Pantai.**

(Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang\\_minyak](https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang_minyak))

Minyak bumi memiliki banyak kegunaan, dan dampak lingkungan dari industri minyak bumi sangat luas dan ekspansif. Minyak mentah dan gas alam adalah energi primer dan sumber bahan baku yang memungkinkan banyak aspek kehidupan sehari-hari modern dan ekonomi dunia. Pasokan mereka telah tumbuh dengan cepat selama 150 tahun terakhir untuk memenuhi tuntutan peningkatan populasi manusia, kreativitas, dan konsumerisme.

Jumlah substansial limbah beracun dan tidak beracun dihasilkan selama tahap ekstraksi, perbaikan, dan transportasi minyak dan gas. Beberapa produk sampingan industri, seperti senyawa organik yang mudah menguap, senyawa nitrogen & sulfur, dan minyak yang tumpah dapat mencemari udara, air, dan tanah pada tingkat yang berbahaya bagi kehidupan di mana pengelolaannya tidak dilakukan dengan benar. (Bautista dan Rahman, (2016). Pemanasan iklim, pengasaman laut, dan kenaikan permukaan laut adalah perubahan global yang ditingkatkan oleh emisi gas rumah kaca industri seperti metana dan aerosol partikel mikro seperti karbon hitam.

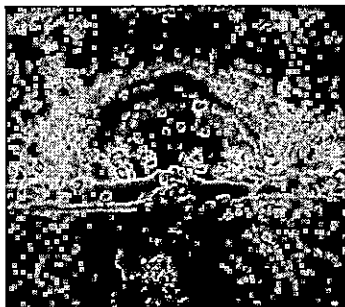
Heede (2014) mengemukakan hasil penelitiannya bahwa di antara semua aktivitas manusia, ekstraksi bahan bakar fosil adalah kontributor terbesar untuk penumpukan senyawa karbon yang sedang berlangsung di biosfer bumi. Badan Energi Internasional dan lainnya melaporkan bahwa penggunaan minyak & gas terdiri lebih dari 55% (18 Miliar Ton) dari rekor 32,8 Miliar Ton (BT) karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang dilepaskan ke atmosfer dari semua sumber energi sepanjang tahun. 2017. Penggunaan batubara terdiri dari 45% sisanya. Total emisi terus meningkat hampir setiap tahun: naik 1,7% menjadi 33,1 BT pada tahun 2018.

Melalui operasinya sendiri, industri perminyakan secara langsung menyumbang sekitar 8% (2,7 BT) dari total 32,8 BT tahun 2017 dari  $\text{CO}_2$  dari bahan bakar fosil. Selain itu, karena pelepasan gas alam yang disengaja dan lainnya, industri ini secara langsung berkontribusi setidaknya 79 Juta Ton metana (setara 2,4 BT  $\text{CO}_2$ ) pada tahun yang sama; jumlah yang sama dengan sekitar 14% dari semua emisi antropogenik dan alami dari gas pemanasan yang kuat. Sejak zaman industri dimulai sekitar tahun 1750–1850 dengan meningkatnya penggunaan kayu dan batu bara, konsentrasi atmosfer karbon dioksida dan metana masing-masing meningkat sekitar 50% dan 150%, di atas tingkat relatif stabil dari 800,000+ tahun sebelumnya. Masing-masing saat ini meningkat pada tingkat sekitar 1% setiap tahun, karena sekitar setengah dari karbon tambahan diserap oleh lautan dunia. Akselerasinya juga sangat cepat sehingga setengah dari seluruh emisi dan penumpukan telah terjadi selama 30 tahun terakhir.

Bersamaan dengan bahan bakar seperti bensin dan gas alam cair, minyak bumi memungkinkan banyak bahan kimia dan produk konsumen, seperti pupuk dan plastik. Sebagian besar teknologi alternatif untuk pembangkit energi, transportasi, dan penyimpanan hanya dapat direalisasikan pada saat ini karena kegunaannya yang beragam. Konservasi, efisiensi, dan meminimalkan dampak limbah dari produk minyak bumi adalah tindakan industri dan konsumen yang efektif untuk mencapai kelestarian lingkungan yang lebih baik (Amory, 2018).

### *Keberadaan Senyawa Toksik pada Lingkungan*

Tak bisa dipungkiri, di sekitar kita sering kita temukan pemandangan kilauan air yang bercampur dengan minyak. Terjadinya fenomena warna itu disebut dengan interfase.



**Gambar 63. Tetesan Minyak Pada Air**  
(Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang\\_minyak](https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang_minyak))

Minyak bumi adalah campuran kompleks dari banyak komponen. Komponen-komponen ini meliputi hidrokarbon aromatik lurus berantai, bercabang, siklik, monosiklik, dan hidrokarbon polisiklik. Toksisitas minyak dapat dipahami dengan menggunakan potensi toksik atau toksisitas masing-masing komponen minyak pada kelarutan dalam air dari komponen itu. Ada banyak metode yang dapat digunakan untuk mengukur toksisitas minyak mentah dan produk terkait minyak bumi lainnya. Studi tertentu yang menganalisis tingkat toksisitas dapat menggunakan model lipid target atau analisis kolorimetri menggunakan pewarna berwarna untuk menilai toksisitas dan kemampuan terurai secara hayati.

Minyak yang berbeda dan produk terkait minyak bumi memiliki tingkat toksisitas yang berbeda. Tingkat toksisitas dipengaruhi oleh banyak faktor seperti pelapukan, kelarutan, serta sifat kimia seperti ketekunan. Pelapukan yang meningkat cenderung menurunkan tingkat toksisitas karena zat yang lebih larut dan berat molekulnya lebih rendah dihilangkan.<sup>[24]</sup> Zat yang sangat larut cenderung memiliki tingkat toksisitas yang lebih tinggi daripada zat yang tidak terlalu larut dalam air.<sup>[24]</sup> Umumnya minyak yang memiliki rantai karbon lebih panjang dan dengan cincin benzen lebih banyak memiliki tingkat toksisitas yang lebih tinggi.

Benzene adalah produk terkait minyak bumi dengan tingkat toksisitas tertinggi. Zat lain selain benzena yang sangat beracun adalah toluena, metilbenzena, dan xilena (BETX). Zat dengan toksisitas terendah adalah minyak mentah dan oli motor (Di Toro, *et al*, 2007)

Meskipun tingkat toksisitas bervariasi di antara varian minyak yang berbeda, semua produk yang dihasilkan minyak bumi memiliki dampak buruk pada kesehatan manusia dan ekosistem. Contoh efek buruknya adalah emulsi minyak dalam sistem pencernaan pada mamalia tertentu dapat mengakibatkan penurunan kemampuan untuk mencerna nutrisi yang dapat menyebabkan kematian mamalia tertentu. Gejala lebih lanjut termasuk ruptur kapiler dan perdarahan. Rantai makanan ekosistem dapat terpengaruh karena penurunan produktivitas ganggang sehingga mengancam spesies tertentu. Minyak adalah "sangat mematikan" bagi ikan – yaitu, ia membunuh ikan dengan cepat, pada konsentrasi 4000 bagian per juta (ppm) (0,4%). Toksisitas produk terkait minyak bumi mengancam kesehatan manusia. Banyak senyawa yang ditemukan dalam minyak sangat beracun dan dapat menyebabkan kanker (karsinogenik) serta penyakit lainnya. Studi di Taiwan mengaitkan kedekatan dengan kilang minyak dengan kelahiran prematur. Distilasi minyak mentah dan minyak bumi menyebabkan cacat lahir (Lin, *et al*, 2001)

Benzene hadir dalam minyak mentah dan bensin dan diketahui menyebabkan leukemia pada manusia. Senyawa ini juga dikenal untuk menurunkan jumlah sel darah putih pada manusia, yang akan membuat orang yang terpapar lebih rentan terhadap infeksi. "Penelitian telah mengaitkan paparan benzena hanya dalam kisaran per miliar (ppb) dengan leukemia terminal, limfoma Hodgkin, dan penyakit sistem kekebalan dan darah lainnya dalam 5-15 tahun setelah terpapar." (Kirkeleit *et al*, 2005). Gas dan minyak fosil secara alami mengandung sejumlah kecil unsur radioaktif yang dilepaskan selama penambangan. Konsentrasi tinggi unsur-unsur ini dalam air garam adalah masalah teknologi dan lingkungan.

### *Gas Rumah Kaca*

Ekstraksi minyak bumi mengganggu keseimbangan siklus karbon bumi dengan mengangkut karbon geologis yang diasingkan ke dalam biosfer. Karbon digunakan oleh konsumen dalam berbagai bentuk dan

sebagian besar dibakar ke atmosfer; sehingga menciptakan sejumlah besar gas rumah kaca, karbon dioksida, sebagai produk limbah. Gas alam (kebanyakan metana) adalah rumah kaca yang bahkan lebih kuat ketika lolos ke atmosfer sebelum dibakar.

### *Mikroplastik*

Petroleum telah memungkinkan plastik untuk digunakan untuk menciptakan berbagai barang konsumen dalam jumlah besar dan besar dengan biaya produksi yang sangat rendah. Plastik sekali pakai dan pembuangan yang tidak tepat adalah umum. Mayoritas plastik tidak didaur ulang, dan ia memecah menjadi potongan-potongan yang lebih kecil dan lebih kecil dari waktu ke waktu. Mikroplastik dapat diamati dalam sampel udara, air, dan tanah yang dikumpulkan dari hampir setiap lokasi di permukaan bumi, dan juga semakin banyak dalam sampel biologis. Efek jangka panjang dari penumpukan limbah plastik lingkungan sedang dalam evaluasi ilmiah tetapi sejauh ini sebagian besar tidak diketahui.

### *Dampak Lokal dan Regional*

Beberapa dampak berbahaya dari minyak bumi dapat terbatas pada lokasi geografis di mana minyak diproduksi, dikonsumsi, dan / atau dibuang. Dalam banyak kasus, dampaknya dapat dikurangi ke tingkat yang aman ketika konsumen mempraktikkan penggunaan dan pembuangan yang bertanggung jawab. Produsen produk tertentu dapat mengurangi dampak melalui penilaian siklus hidup dan praktik desain lingkungan.

### *Emisi Gas Buang: Pencemaran Udara*

Emisi dari industri perminyakan terjadi di setiap rantai proses produksi minyak mulai dari ekstraksi hingga fase konsumsi. Pada fase ekstraksi, ventilasi gas dan pembakaran tidak hanya melepaskan metana dan karbon dioksida, tetapi berbagai polutan lain seperti dinitrogen oksida dan aerosol. Produk samping tertentu termasuk karbon monoksida dan metanol. Ketika distilasi minyak atau minyak bumi dibakar, biasanya pembakarannya tidak lengkap dan reaksi kimia meninggalkan produk samping yang bukan air atau karbon dioksida. Namun, terlepas dari jumlah besar polutan, ada variasi dalam jumlah dan konsentrasi polutan tertentu.

Pada tahap pemurnian minyak bumi juga berkontribusi terhadap sejumlah besar polusi di daerah perkotaan. Peningkatan polusi ini berdampak buruk pada kesehatan manusia karena toksisitas minyak. Sebuah studi menyelidiki efek kilang minyak di Taiwan. Studi ini menemukan peningkatan kejadian kelahiran prematur pada ibu yang hidup berdekatan dengan kilang minyak dibandingkan ibu yang tinggal jauh dari kilang minyak (Tuccella, *et al*, 2017).

### *Suntikan Intrusi Uap*

Senyawa organik mudah menguap (VOC) adalah gas atau uap yang dipancarkan oleh berbagai padatan dan cairan." Hidrokarbon minyak bumi seperti bensin, diesel, atau bahan bakar jet yang mengganggu ruang dalam ruangan dari tangki penyimpanan bawah tanah atau ladang cokelat mengancam keselamatan (misalnya, potensi ledakan) dan menyebabkan efek kesehatan yang merugikan dari penghirupan.

### *Hujan Asam*

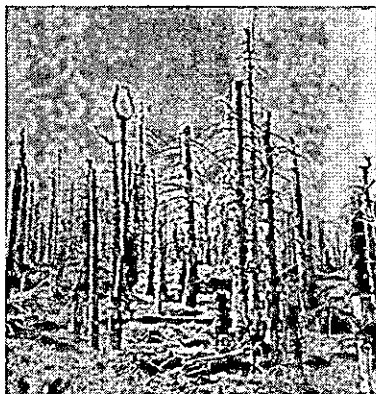
Hujan asam adalah peristiwa yang alamiah yang tercemar oleh adanya pencemaran lingkungan. Hujan yang turun membawa partikel air yang jernih menjadi tercemar karena adanya peristiwa pencemaran oleh manusia yang dalam hal ini karena industri perminyakan.

Akibatnya adalah pohon dan tanaman menjadi mati karena peristiwa hujan asam ini. Proses pembakaran minyak bumi, batu bara, dan kayu bertanggung jawab atas peningkatan terjadinya hujan asam. Pembakaran menyebabkan peningkatan jumlah nitro oksida, bersama dengan sulfur dioksida dari sulfur dalam minyak. Produk samping ini bergabung dengan air di atmosfer untuk menciptakan hujan asam. Peningkatan konsentrasi nitrat dan zat asam lainnya memiliki efek signifikan pada tingkat pH curah hujan. Sampel data dianalisis dari Amerika Serikat dan Eropa dari 100 tahun terakhir dan menunjukkan peningkatan emisi nitro oksida dari pembakaran. Emisinya cukup besar untuk mengasamkan curah hujan.

Hujan asam memiliki dampak buruk pada ekosistem yang lebih besar. Misalnya, hujan asam dapat membunuh pohon, dan dapat membunuh ikan dengan mengasamkan danau. Terumbu karang juga hancur oleh hujan asam. Hujan asam juga mengarah ke korosi mesin dan



struktur (sejumlah besar modal) dan kerusakan yang lambat pada struktur arkeologis seperti puing-puing marmer di Roma dan Yunani.



**Gambar 64. Pohon Mati Akibat Hujan Asam**  
(Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang\\_minyak](https://id.wikipedia.org/wiki/Kilang_minyak))

#### *Dampak Global: Perubahan Iklim*

Ramanathan dan Feng (2009) melaporkan hasil penelitiannya bahwa pembakaran minyak bumi menyebabkan peningkatan jumlah emisi karbon dioksida serta gas rumah kaca lainnya. Salah satu studi pertama tentang efek karbon dioksida pada iklim terjadi pada akhir 1800-an oleh ahli kimia Nobel Swedia, Svante Arrhenius. Model matematisnya menunjukkan bahwa peningkatan karbon dioksida menghasilkan peningkatan suhu permukaan. Ilmu pengetahuan telah semakin maju sejak itu, dan IPCC (2007) menyatakan bahwa sistem iklim bumi akan memanas 3 derajat Celsius untuk penggandaan karbon dioksida. Pemanasan suhu seperti itu akan berdampak besar pada pola curah hujan, mundurnya gletser, dan rata-rata permukaan laut.

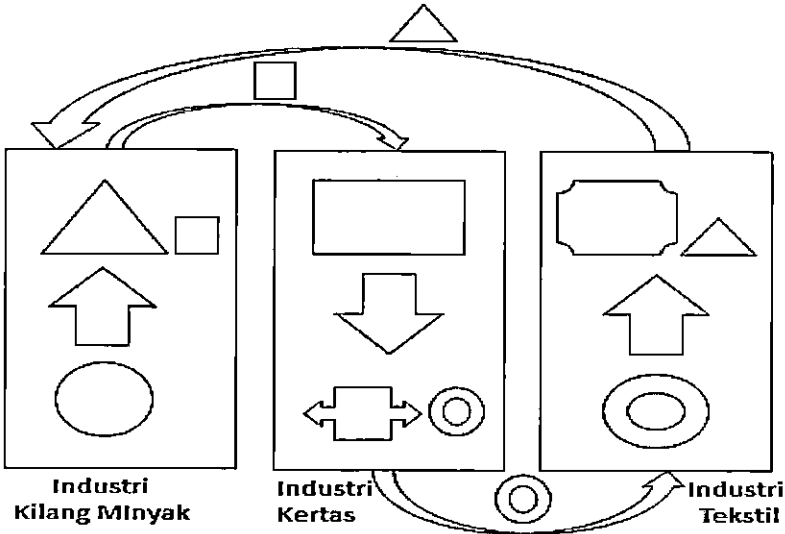
\*\*\*\*\*

Dapat kita pahami bahwa satu industri yang menghasilkan produk tertentu, maka dalam pelaksanaan tahapan prosesnya, ia memerlukan bahan lain yang berpeluang untuk industri lain membuatnya. Selain itu, dalam konsep ekologi industri yang dimaksud dengan simbiosis industri

adalah di mana limbah dari suatu industri dijadikan atau menjadi input bagi industri lain. Apabila tidak dilakukan prinsip ekologi industri maka yang akan terjadi semakin tumbuh dan berkembangnya industri-industri lain yang bertumpu pada bahan baku ekstraksi alami untuk menunjang industri yang lain, tetapi masing-masing industri menghasilkan limbah yang sama-sama dibuang ke lingkungan. Artinya adalah penambahan volume limbah seiring atau berbanding lurus dengan pertumbuhan industri akibat adanya satu jenis industri.

Aturan dan kebijakan yang telah disusun ternyata belum cukup efektif dalam meminimalisasi keberadaan dampak industri pada lingkungan. Undang-Undang No. 3 Tahun 2014 tentang perindustrian dan dilanjutkan dengan Peraturan Pemerintah No. 142 Tahun 2015 yang mengatur kawasan industri akan lebih efektif berjalan apabila ekologi industri secara konsep dan prinsip telah dilaksanakan.

Sebagai ilustrasi ringan dan sederhana bagaimana 3 jenis industri berupa (1) industri kilang minyak, (2) industri kertas dan (3) industri tekstil meminimalisasi limbahnya melalui simbiosis industri diskemakan pada Gambar 65.



Gambar 65. Ilustrasi Simbiosis antar 3 Jenis Industri

Pada Gambar 65 terlihat peluang limbah yang dihasilkan baik dalam proses maupun dalam *output* dari industri kilang minyak, selanjutnya dimanfaatkan oleh industri kertas sebagai alat bantu dalam prosesnya (disimbolkan dengan kotak). Selanjutnya, limbah yang dihasilkan oleh industri kertas dijadikan pula bahan bantu proses dalam proses industri tekstil yang disimbolkan dengan lingkaran ganda. Terakhir, limbah industri tekstil dimanfaatkan kembali oleh industri kilang minyak yang disimbolkan dengan gambar segitiga.

Bersama kita semua peduli dengan lingkungan, dan semoga, ke depan bisa lebih baik. *Salam Lestari...*

## DAFTAR PUSTAKA

- Allenby B. 2006. "The Ontology of Industrial of Ecology". *Progress in Industrial Ecology An International Journal* 3 (3): 28-40.
- Amory L. 2018. "Seberapa besar sumber daya efisiensi energi?". *Sains TIO*. 13 (9). doi: 10.1088 / 1748-9326 / aad965.
- Barnet, H.J and Morse, C. 2003. *Scarcity and Growth*. Jhon Hopkins University Press. Baltimore
- Bautista H. dan Rahman KMM. 2016. "Tinjau pada Tumpahan Minyak Delta Sundarbans: Efek Terhadap Satwa dan Habitat". *International Research Journal*, 1 (43) doi: 10.18454 / IRJ.2016.43.143
- Boguniewicz Z, Joanna, Klosok B, Iwona, Naddeo, Vincenzo, Clara A. 2019. "Penghapusan COD yang hemat biaya dalam pra-pengolahan air limbah dari industri kertas". *Sains dan Teknologi Air*: wst2019328. doi: 10.2166 / wst.2019.328. ISSN 0273-1223.
- Burnie D. 2010. Navigator. [www.amazon.com/Navigators](http://www.amazon.com/Navigators). Diakses Jumat 7 Agustus 2020.
- Chertow. 2007. "Uncoverial Industrial Symbiosis". *Journal of Industrial Ecology*. Yale School of Forestry and Environment Study 10(2): 110-123
- Corbitt R. E., 1989. *Standard Handbook of Environmental Engineering*, McGraw-Hill Book Co. New York.
- Dewata I & Danhas Y. 2018. *Pencemaran Lingkungan*. Rajawali Press. Jakarta.
- Di Toro, Dominic M, McGrath, Joy A. 2007. "Memprediksi toksisitas minyak mentah yang rapi dan tahan cuaca: Potensi toksik dan toksisitas campuran jenuh". *Toksikologi dan Kimia Lingkungan* . 26 (1): 24-36. doi: 10.1897 / 06174r.1. ISSN 1552-8618 . PMID 17269456.

- Djajadiningrat S dan Famiola M. 2004. *Eko Industrial Park*. Economy Development Project.
- Endraswara 2012. *Metode Penelitian*. Media Pressindo. Yogyakarta
- Frosch, R dan Nicholas E. 1989. "Gallopoulos". *Journal of Scientific American*. 261 (3): 144 – 153
- Hassan, M. 1988. *Lansekap Alami dan Budaya*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Dirjen Penelitian dan Pengembangan, Jakarta.
- Heede R. 2014. "Melacak emisi karbon dioksida dan metana antropogenik ke produsen bahan bakar fosil dan semen, 1854-2010" . *Jurnal Perubahan Iklim* . 122: 229–241. doi: 10.1007 / s10584-013-0986-y .
- Henry J.G, Heinke, G., 1996. *Environmental Science and Engineering*. Second Edition. Prentice-Hall International Inc. New Jersey.
- Irwan Z.D. 2007. *Ekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Kirkeleit J, Riise, T, Bråtveit M, Moen BE. 2005. "Paparasi Benzena pada Kapal Produksi Minyak Mentah" *Annals of Hygiene Pekerjaan*" 50 (2): 123–9. doi: 10.1093 / annhyg / mei065 . PMID 16371415 .
- Kristanto P. 2000. *Ekologi Industri*. ANDI. Yogyakarta
- Lifset dan Graedel. 2008. *Industrial Ecology*. Springer. USA.
- Lin M, Chiu H, Yu H, Cheng B.H. 2001. "Peningkatan Risiko Pengiriman Prematur di Daerah dengan Polusi Udara Dari Pabrik Pengilangan Minyak di Taiwan". *Jurnal Toksikologi dan Kesehatan Lingkungan Bagian A*. 64 (8): 637–644. doi: 10.1080 / 152873901753246232 . PMID 11766170 .
- Manahan S.E. 1999. *Environmental Chemistry*. CRC Press. Chicago.
- Margalef R. 1958. "Information theory of ecology science". *International of general system* 3(3):36 – 71.
- Metcalf. 2012. *Introduction of biodiversity*. School of Environment and Development Press. USA.

- Mitchel B, Setiawan B, Rahmi D.H. 2000. Pengelolaan Sumber daya dan Lingkungan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Odum E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. WB Saunders. London.
- Palar H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Pearce E.C. 2008. Anatomi dan Fisiologis untuk Paramedis. Gramedia. Jakarta
- Pramudya S. 2001. Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 14001, Grasindo, Jakarta
- Ramanathan, V Feng, Y. 2009. "Polusi udara, gas rumah kaca dan perubahan iklim: Perspektif global dan regional". *Lingkungan Atmosfer* . 43 (1): 37–50.
- Reksohadiprodjo, S dan Brodjonegoro, A, 1997. Ekonomi Lingkungan Suatu Pengantar. BPFE. Yogyakarta
- Richards and Furreton. 1997. *Research Work*. California State University Press. California.
- Roslina N. 2001. Bioremediasi Tanah Sebagai Akibat Paparan Senyawa Pestisida Kloropirifos. Tesis. Institute Teknologi Bandung.
- Salim E. 2001. Pembangunan Berwawasan Lingkungan. Gramedia. Jakarta
- \_\_\_\_\_. 2010. Ratusan Bangsa Merusak Satu Bumi. Kompas. Jakarta.
- Scott, Janet, Thomas. 2007. *Environmental Economy and Management; Theory and Practise*. South Western College. New York.
- Soegyono. 2013. Metode Penelitian. Gramedia. Jakarta
- Soemarwoto O. 2001. Atur-Diri-Sendiri. Paradigma Baru Pengelolaan Lingkungan Hidup, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Soemirat J. 1994. Kesehatan Lingkungan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soerjani, Ahmad, Munir. 2001. Lingkungan dan Sumberdaya Alam. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

- Suparmoko M. 2000. *Ekonomika Lingkungan*. BPFE. Yogyakarta.
- Tansley. 1935. *The Use and Abuse Vegetational*. Stephen Trudgil Published. New York.
- Tarkpea, Maria; *et al.* 1999. "Keracunan limbah pemutihan pulp kraft-pulp konvensional, bebas unsur, dan bebas klorin sepenuhnya dinilai dengan bioassay mematikan dan sublethal jangka pendek". *Toksikologi dan Kimia Lingkungan* . **18** (11): 2487–2496. doi: 10.1002 / etc.5620181115 .
- Tibbs H. 1992. *Industrial Ecology*. Chelsean Green. London.
- Todaro & Smith. 2010. *Economy Development*. Springer. USA.
- Tuccella P, Thomas JL, Hukum, KS, Raut, J.C, *et al.* 2017. "Dampak polusi udara akibat ekstraksi minyak bumi di Laut Norwegia selama kampanye pesawat ACCESS" . *Elem Sci Anth* . **5**: 25. doi: 10.1525 / elementa.124 . ISSN 2325-1026 .
- Young A. 1976. *Tropical Soils and Survey*. Cambridge University Press. London.
- Yusuf M. 2015. *Metode Penelitian*. Pramudya. Jakarta.

## TENTANG PENULIS



**Nurhasan Syah** lahir di Bukittinggi, 5 November 1960. Merupakan Lektor Kepala serta Dosen Tetap Fakultas Teknik dan Program Pascasarjana Universitas Negeri Padang sejak tahun 1986 sampai sekarang. Menamatkan pendidikan sekolah dasar sampai menengah di Kota Bukittinggi, Sumatera Barat, S-1 (Sarjana Pendidikan Teknik) di Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan IKIP Padang (1985), S-2 (Magister Pendidikan Teknologi dan Kejuruan) di Pascasarjana IKIP Jakarta dengan KPK (Kegiatan Pengumpulan Kredit) di IKIP Yogyakarta (1992), dan S-3 (Doktor Pendidikan) di Pascasarjana Universitas Negeri Jakarta dengan Prodi Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup (1997). Sebagai Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik UNP (1999-2002) dan Ketua Prodi Magister Ilmu Lingkungan UNP (2000-2002). Di samping sebagai akademisi sekaligus praktisi di bidang lingkungan hidup, sebagai Pembina dan Penilai Sekolah ADIWIYATA Sumatera Barat, Dr. Nurhasan Syah, M.Pd. juga telah berkecimpung di birokrat sebagai Kepala Dinas Pendidikan Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat (2002-2007). Sebagai Cluster Coordinator Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan BKPSDMP Kemendikbud RI (2009-2013). Aktivitas sehari-hari saat ini, di samping mengajar di D-3, S-1, S-2, dan S-3, juga sebagai Direktur Sekolah Pembangunan Laboratorium (Lab School) Universitas Negeri Padang. Beristrikan Henny Wilda Wilmar, S.Pd. dikarunia 1 orang putri (Elrisfa Magistarina, S.Psi., M.Sc.) dan 2 orang putra (Elrizki Mardhi Hasan, S.Kom. dan Elhafizh Mufidil Hasan).





**Yun Hendri Danhas** lahir di Kota Bukittinggi, 25 Juni 1972. Memperoleh gelar Sarjana Pertanian dari Universitas Andalas tahun 1997 dan Magister Ilmu Lingkungan dari Universitas Negeri Padang tahun 2014. Sebelumnya, di tahun 2012 mendapatkan gelar nonakademik Master Trainer bidang nonformal dari BEC (Birmingham Education Consultant) New Jersey, United States of America. Saat ini, penulis senantiasa meneliti persoalan dan fenomena yang berhubungan dengan lingkungan hidup. Kesehariannya, penulis merupakan Direktur Eksekutif Lembaga Pemerhati Lingkungan Hidup.