

**PESTISIDA : RESIDU DAN  
PENGARUH SAMPING PENGGUNAANNYA**



*Oleh*

**Azwir Anhar  
Irma Leilani Eka Putri  
Helendra**

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG	
DITERIMA OLEH	4-10-95
SUMBER BAHAN	hy
KOLEKSI	KKI
NO. INVENTARIS	1675 fhd/95. p1(2)
TAMBAH	574.5 anh pi

**JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA  
IKIP PADANG  
1995**

MILIK PERPUSTAKAAN  
IKIP PADANG

## PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Kuasa karena atas izin-Nya tulisan yang berjudul **Pestisida : Residu dan Pengaruh Samping Penggunaannya** dapat diselesaikan. Dalam penulisan buku ini banyak bantuan diperoleh dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terbingga kepada bapak dr. Armin Arief, M.P.H. yang telah berkenan meluangkan waktu untuk memeriksa dan memberikan saran-saran untuk penyempurnaan tulisan ini.

Akhirnya penulis berharap agar tulisan ini bermanfaat bagi segenap pembaca.

Mei 1995,

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
I. PENDAHULUAN .....	1
II. SEJARAH DAN FORMULASI PESTISIDA .....	5
A. Pengertian dan Sejarah Pestisida .....	5
B. Formulasi Pestisida .....	9
1. Emulsi pekat .....	11
2. Serbuk basah .....	12
3. Serbuk larut air .....	13
4. Suspensi .....	14
5. Debu .....	14
6. Butiran .....	15
7. Aerosol .....	16
8. Umpan .....	16
9. Gas .....	17
C. Insektisida dalam Lingkungan .....	17
III. RESIDU PESTISIDA .....	20
A. Residu Pestisida pada Sayuran .....	20
B. Usaha Penanganan Masalah Residu .....	29
1. Penggunaan Pestisida dalam Jumlah Minimum.	33
2. Penggunaan Pestisida dengan Residu Minimum	35

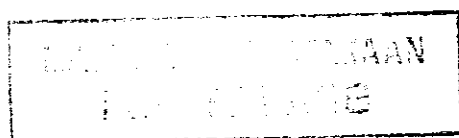
3. Peraturan Perundang-undangan .....	38
a. Peraturan tentang penggunaan pestisida.	38
b. Peraturan tentang residu pestisida ....	41
1) Data toksikologi .....	42
2) Pola konsumsi dan bentuk konsumsi ..	43
3) Monitoring residu .....	43
4. Penyuluhan .....	45
<b>IV. PENGARUH SAMPING PESTISIDA .....</b>	<b>47</b>
1. Pengaruh terhadap hama .....	47
a. Resistensi hama .....	47
b. Resurgensi hama target .....	52
c. Timbulnya hama sekunder .....	53
2. Pengaruh terhadap hewan invertebrata darat	54
3. Pengaruh terhadap biota perairan .....	57
4. Pengaruh terhadap kesehatan manusia .....	62
a. Keracunan akut pestisida .....	62
b. Keracunan tingkat sedang .....	64
c. Keracunan tingkat samar .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>66</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	halaman
1. Residu empat jenis insektisida yang diaplikasi dengan interval sebelum panen yang berbeda-beda pada tanaman sawi	24
2. Residu insektisida karbamil yang diaplikasi dengan 3 dosis yang berbeda pada kubis dan terung	25

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	halaman
1. Ruang lingkup pencemaran lingkungan	17



## I. PENDAHULUAN

Tanaman sayuran sangat penting artinya dalam usaha meningkatkan gizi makanan masyarakat terutama dalam bentuk vitamin dan mineral. Di samping itu ditinjau dari pihak petani, sayur-sayuran merupakan sumber pendapatan petani yang penting terutama pada daerah-daerah sekitar pegunungan. Ditinjau dari segi devisa, kenyataan menunjukkan bahwa impor sayuran seperti bawang besar dan bawang putih masih cukup besar (Dirjentan, 1981).

Sayuran sebagai tanaman musiman sulit disimpan dalam jangka waktu lama. Oleh sebab itu komoditi ini sering mengalami fluktuasi harga yang tajam. Keadaan tersebut secara nasional akan memberikan dampak terhadap tingkat inflasi dan stabilitas ekonomi.

Mengingat pentingnya peranan sayuran ditinjau dari segi gizi masyarakat maupun pendapatan petani serta ekonomi negara maka, usaha ini perlu mendapat perhatian dari berbagai pihak.

Sampai pada Pelita III penanganan komoditi sayuran masih kurang memadai. Penangan yang dilakukan sifatnya sangat terbatas dan belum terpadu dalam suatu program yang mantap. Hal ini dapat dilihat dari produksi sayuran. Beberapa jenis mengalami peningkatan produksi, sedangkan jenis lainnya justru mengalami penurunan.

Berbagai masalah baik teknis maupun sosial ekonomi sangat mempengaruhi perkembangan produksi sayuran. Di samping itu jenis tanah, ketinggian di atas permukaan laut, iklim, masalah hama, tersedianya teknik budidaya dan perlindungan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit merupakan faktor yang harus dipertimbangkan.

Sejak lama penanganan komoditi sayuran kurang memperoleh perhatian. Walaupun akhir-akhir ini ada gejala usaha peningkatan produksi sayuran, tetapi kita masih dihadapkan pada terbatasnya teknologi yang tersedia.

Beberapa penelitian tentang aspek budidaya tanaman sayuran telah dilaksanakan. Sebagian di antara penelitian tersebut menguji beberapa kultivar dan produksi benih. Di samping aspek budidaya, masalah hama dan penyakit serta gulma juga merupakan faktor pembatas dalam peningkatan produksi sayuran.

Menurut Sudarwohadi (1981), hasil rata-rata sayuran di Indonesia yang rendah masih dapat ditingkatkan mengingat potensi hasil yang dicapai oleh Balai Penelitian tanaman Pangan Lembang yang cukup tinggi. Selanjutnya dikatakan bahwa rendahnya produksi sayuran di Indonesia antara lain disebabkan belum tersedianya benih sayuran yang berkualitas. Selain itu hama dan penyakit juga merupakan kendala utama.

Informasi mengenai besarnya kerusakan atau kerugian akibat hilangnya hasil karena hama atau penyakit masih sedikit. Untuk negara maju, kehilangan hasil akibat serangan hama dan penyakit diperkirakan berkisar antara 25 - 50 %, sedangkan di negara-negara berkembang dapat mencapai 80 %.



Dalam rangka mengamankan tanaman sayuran dari serangan hama penyakit, maka penggunaan pestisida adalah salah satu cara pemberantasan yang efektif. Sejalan dengan pelaksanaan peningkatan produksi pertanian, penggunaan pestisida juga terlihat meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 1979, pestisida yang digunakan dalam bidang pertanian yaitu 4.300 ton. Angka ini meningkat menjadi 14.400 ton pada tahun 1983, dan pada tahun 1987, penggunaan pestisida sudah mencapai 18.000 ton. Ini berarti terjadi peningkatan drastis sebesar 334 persen dalam kurun waktu 5 tahun (KLH,1990).

Meningkatnya jumlah penggunaan pestisida dalam bidang pertanian disebabkan bertambah luasnya pananaman sayuran. Di samping itu juga terlihat kecenderungan makin tingginya frekuensi penyemprotan yang dilakukan oleh petani sayuran. Menurut Laksanawati dkk (1982), frekuensi penyemprotan pada tanaman kubis yaitu sekitar 15 kali selama jangka waktu 91 hari atau dengan rata-rata penyemprotan setiap 6,2 hari. Kentang rata-rata disemprot sebanyak 16 kali aplikasi selama 75 -80 hari umur tanaman. Ini berarti tanaman kentang disemprot dengan pestisida rata-rata setiap 4,6 hari, sedangkan tanaman yang paling sering mendapat penyemprotan yaitu tomat dengan jumlah penyemprotan 26 kali selama 115 hari atau rata-rata setiap 4,3 hari.

Sebenarnya banyak cara yang dapat dilakukan untuk memberantas hama yang menyerang tanaman sayuran, namun sampai saat ini penggunaan pestisida tetap saja merupakan alternatif yang terbaik oleh petani dalam mengendalikan hama. Penggunaan insektisida dapat segera dilakukan begitu

terlihat gejala dan kemudahan dalam mendapatkannya merupakan alasan bagi petani untuk tetap memilih pestisida sebagai bahan untuk melindungi tanaman mereka. Di samping itu pestisida juga mempunyai kemampuan dalam membasmi hama dan daya bunuhnya juga cepat sebelum hama melewati ambang ekonomi.

Terlepas dari kemampuan pestisida dalam membasmi hama, perlu diketahui bahwa penggunaan cara kimia dalam jangka waktu yang panjang memberikan dampak yang tidak menguntungkan bagi lingkungan maupun bagi hama itu sendiri. Pestisida yang tidak dapat didegradasi secara biologis akan mengakibatkan terjadinya akumulasi di lingkungan. Keadaan tersebut jelas akan mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Penggunaan pestisida dalam jangka waktu tertentu juga berpengaruh terhadap hama, karena dapat menimbulkan resistensi, terjadinya resurgensi hama dan munculnya hama sekunder. Disamping itu pestisida juga memberikan dampak terhadap terhadap hewan darat dan perairan.

Mengingat pentingnya peran sayuran dalam memenuhi gizi masyarakat dan kecenderungan makin meningkatnya penggunaan pestisida pada komoditi tersebut, maka tulisan ini menguraikan secara sederhana tentang residu pestisida pada tanaman sayuran dan dampak penggunaannya terhadap lingkungan.

## II. SEJARAH DAN FORMULASI PESTISIDA

### A. Pengertian dan sejarah pestisida

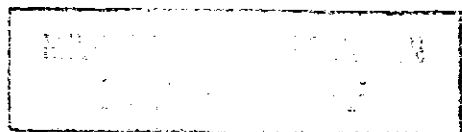
Pestisida secara umum dapat diartikan sebagai bahan kimia dan bahan lain yang digunakan untuk mengendalikan jasad pengganggu yang langsung maupun tidak merugikan kepentingan manusia. Pengertian jasad pengganggu tersebut tidak mencakup jasad renik dan jasad lain yang endoparasitik yang menjadi penyebab penyakit pada manusia dan hewan. Dalam pengertian ini yang termasuk jasad pengganggu antara lain adalah jasad-jasad yang merupakan hama dan penyakit yang merusak tanaman dan hasilnya (Dirjentan, 1988).

Pengertian pestisida yang lebih jelas tertulis Dalam Peraturan Pemerintah nomor 7 tahun 1973 tentang Pengawasan atas Peredaran, Penyimpanan dan Penggunaan Pestisida. Pasal 1 mengatakan bahwa, "Pestisida adalah semua zat kimia dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang dipergunakan untuk (1) memberantas atau mencegah hama-hama dan penyakit-penyakit yang merusak tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil pertanian, (2) memberantas rerumputan, (3) mematikan daun dan mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan, (4) mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman tidak termasuk pupuk, (5) memberantas atau mencegah hama-hama luar pada hewan-hewan piaraan atau ternak, (6) memberantas atau mencegah hama-hama air, (7) memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad

renik dalam rumah tangga, bangunan dan dalam alat-alat pengangkutan dan (8) memberantas atau mencegah binatang-binatang yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau binatang yang perlu dilindungi dengan penggunaan pada tanaman, tanah atau air.

Berdasarkan bunyi Peraturan Pemerintah nomor 7 tahun 1973 pasal (1) tentang pengawasan atas peredaran, penyimpanan dan penggunaan pestisida tersebut, jelaslah bahwa yang tergolong pestisida meliputi berbagai jenis bahan-bahan kimia yang amat kompleks, termasuk juga yang akhir-akhir ini disebut dengan istilah "biological pest control" atau pengendalian hama secara biologis, misalnya dengan menginfeksi bakteri ke dalam tubuh serangga hama. Bakteri tersebut hanya dapat hidup dalam perut serangga dimaksud dengan cara memakan dinding usus serangga yang ditempelinya. Dengan cara ini, serangga hama akan mati tanpa meninggalkan jejak racun yang membahayakan lingkungan.

Pengendalian hama secara biologis yang banyak dipakai dalam program pengendalian hama saat ini misalnya bakteri Bacillus thuringiensis. Bakteri ini "diproduksi" dalam jumlah banyak lalu diberi campuran berbentuk tepung. Tepung inilah yang diencerkan atau dilarutkan dalam air sebelum disemprotkan ke tanaman. Hama yang biasanya berbentuk ulat kupu-kupu (larva) akan memakan daun tanaman yang sudah mengandung bakteri. Begitu bakteri berada dalam perut serangga, maka bakteri akan mengeluarkan racun yang mematikan (Prasojo, 1984).



Penggunaan pestisida oleh petani saat ini seakan-akan identik dengan kemajuan jaman. Petani tanpa disadari berangsur-angsur telah meninggalkan cara-cara lama dalam membasmi hama dan penyakit tanaman. Pada masa lampau walang sangit cukup dibasmi dengan menancapkan bangkai ketam (yuyu) pada sebilah bambu di tengah sawah, lantas kerumunan walang sangit yang merubung bau busuk itu tinggal disodorkan api. Demikian juga dengan tikus yang cukup diberantas dengan cara memburu beramai-ramai.

Dari sejarah manusia tercatat bahwa pestisida telah lama digunakan orang, yaitu sejak awal adanya peradaban manusia itu sendiri. Sebagai contoh, di zaman Romawi, sulfur telah mulai digunakan untuk membasmi serangga. Pada abad ke-9, orang-orang Cina telah menggunakan garam arsenat untuk membasmi serangga di kebun. Pada tahun 1690, ekstrak daun tembakau telah digunakan sebagai insektisida secara kontak. Millardet pada tahun 1883 telah menemukan campuran Bordeaux yang dapat digunakan untuk membasmi jasad pengganggu mikro

Berbeda dengan di daratan Eropa, di Malaysia dan sekitarnya orang lebih mengenal bubuk pohon deris, yang mengandung bahan aktif rotenon sebagai zat pembunuh. Bubuk deris atau rotenon dihasilkan dari suatu tanaman golongan Leguminosae yaitu Deris eliptica. Di samping itu juga dipakai bahan aktif pirentirin I dan II serta cinerin I dan II yang diperoleh dari bunga Pyrenthrum cinerarie folium.

Semenjak ditemukannya bahan-bahan aktif dari tumbuh - tumbuhan tersebut, perkembangan pestisida semakin pesat. Berbagai upaya pemikiran mulai dilontarkan untuk mendapatkan jenis-jenis pestisida baru yang lebih ampuh. Barulah kemudian ditemukan pestisida sintetis dari senyawa dinitro thiosianat.

Meskipun demikian, ternyata bahwa zat-zat pembasmi terdahulu belum begitu memuaskan. maka terciptalah DDT (Dichloro Diphenyl Trichloretane) pada tahun 1874 oleh seorang warga negara Jerman yang bernama Zeidler. Pada akhirnya pembuatan DDT merupakan babak baru dalam perkembangan industri pestisida. Semenjak itu makin banyak pestisida sintetis yang ditemukan manusia baik yang berasal dari derivat DDT maupun dari jenis lain (Ekha, 1988).

Sejak penemuan Zeidler itu, perkembangan pestisida makin nyata dan penggunaannya bukan hanya terbatas pada bidang pertanian. Setelah Perang Dunia Kedua, lebih banyak lagi senyawa pestisida organik dibuat untuk berbagai keperluan. Saat ini terdapat hampir 1000 jenis bahan aktif pestisida yang telah dibuat dengan 40.000 jenis nama dagang yang telah beredar secara luas di seluruh negara di dunia.

Indonesia sebagai salah satu negara agraris juga ikut ambil bagian dalam kancah penyebaran DDT yang mulai diperkenalkan ke dalam bidang pertanian sejak awal tahun lima puluhan. Indonesia sudah mengenal pestisida sejak zaman penjajahan Belanda. Pemerintah yang berdaulat mulai menye-

barkan pada tahun 1947. Sejak saat itu mulailah dikenal DDT sebagai racun yang tahan terhadap tantangan zaman (Ekha, 1988).

Kebutuhan Indonesia terhadap pestisida dari tahun ke tahun terus meningkat. Hal ini dapat dilihat dengan makin meningkatnya produksi pestisida dalam negeri. Produksi pestisida dalam tahun 1978/1979 sebanyak 9.128 ton meningkat menjadi 20.812 ton pada tahun 1979/1980. Angka tersebut sudah meningkat menjadi 47.369 ton pada tahun 1982/1983. Sungguh suatu lonjakan yang fantastis jika dilihat dari angka tersebut. Jika dilihat dari sudut pandang lain, maka pada tahun 1982, terdapat 286 jenis nama dagang yang beredar di pasaran dengan 41 perusahaan pendaftar. Pada tahun 1989 jumlahnya meningkat menjadi 570 nama dagang dengan 65 perusahaan pendaftar. Di samping itu jumlah bahan aktif yang terdaftar juga meningkat dari 199 pada tahun 1982 menjadi 273 pada tahun 1989.

#### **B. Formulasi pestisida**

Pestisida yang diperdagangkan tidak berada dan digunakan dalam bentuk yang murninya, melainkan harus diproses terlebih dahulu oleh pabrik sebelum dapat digunakan. Produsen pestisida selalu memproses senyawa-senyawa murni dengan cara mencampurkannya dengan bahan-bahan lain misalnya bahan pengemulsi, bahan pelarut atau bahan pembasah tertentu. Proses ini dikenal dengan nama formulasi. Pestisida dalam

bentuk yang telah diformulasi inilah yang kemudian dijual dan digunakan oleh petani. Kadangkala senyawa-senyawa murni yang dibuat pabrik dijual ke formulator untuk kemudian dijual kepada umum setelah melalui proses formulasi.

Pestisida yang telah diformulasi dapat digunakan dengan cara mematuhi petunjuk yang telah ditetapkan oleh pembuatnya. Pemakai biasanya hanya perlu mengencerkan pestisida tersebut atau juga dapat langsung digunakan tergantung dari jenis formulasinya. Keuntungan-keuntungan yang diperoleh dari formulasi suatu jenis pestisida ialah dapat meningkatkan aktivitasnya, dapat disimpan lama tanpa mudah rusak oleh pengaruh cuaca dan mudah ditangani oleh pengguna.

Suatu jenis pestisida dapat diperoleh dalam beberapa bentuk formulasi yang berbeda, misalnya dapat berbentuk cair, tepung, emulsi pekat ataupun berbentuk butiran. meskipun demikian, di pasaran jarang pestisida yang ditemukan dalam berbagai bentuk.

Untuk dapat diterima oleh pengguna, pestisida harus mempunyai sifat efektif, aman, mudah digunakan serta ekonomis. Oleh karena itu, pestisida diformulasikan ke dalam pelbagai bentuk agar dapat disimpan lama, dapat digunakan secara efektif, aman bagi pemakai ataupun tetangga dan hewan di sekitarnya, aman bagi lingkungan dan mudah digunakan dengan alat-alat sederhana. Beberapa jenis formulasi pestisida yang umum digunakan dan diperdagangkan akan dijelaskan berikut ini;



### 1. Emulsi Pekat (Emulsifiable Concentrate)

Bahan ini merupakan formulasi cairan yang bahan aktifnya dapat larut dalam pelarut yang tidak larut dalam air, misalnya minyak. Oleh karena itu, jika dicampur dengan air formulasi ini akan membentuk emulsi pekat. Untuk mengurangi pembentukan emulsi, dicampurkan zat penahan emulsi ke dalam formulasi oleh pabrik. Penambahan pencegah emulsi membuat larutan yang homogen terbentuk dengan ukuran globul pelarut yang lebih kecil dari 10 um ketika berada di dalam air. Selain penggunaan senyawa pencegah emulsi, pencampuran dosis yang sesuai juga dapat mengurangi pembentukan emulsi. Kestabilan emulsi sangat dipengaruhi oleh pH air dan kondisi penyimpanan. Suhu tempat penyimpanan yang cukup tinggi dapat mempengaruhi kestabilan formulasi ini.

Formulasi emulsi pekat dapat diperoleh dalam dua jenis yaitu cairan dengan kepekatan yang rendah (1 - 10 % bahan aktif) dan cairan dengan kepekatan yang tinggi (10-80 % bahan aktif). Cairan dengan kepekatan yang rendah dapat digunakan untuk mengendalikan serangga yang terbang atau merayap, sedangkan yang dalam bentuk cairan yang dengan kepekatan tinggi dapat digunakan pada sayur-sayuran atau hewan ternak.

Pestisida dengan formulasi cairan dengan kepekatan yang rendah dapat langsung digunakan tanpa harus diencerkan terlebih dahulu. Formulasi ini cocok digunakan di rumah-

rumah karena cepat kering dan tidak meninggalkan bekas atau warna pada pakaian. Bagaimanapun, formulasi ini cukup mahal karena kandungan bahan aktifnya yang rendah.

Pestisida dengan formulasi cairan kepekatan yang tinggi jauh lebih murah jika ditinjau dari kandungan bahan aktifnya. Di samping penggunaannya sedikit, formulasi ini juga cocok digunakan dengan alat semprot bervolume rendah. Formulasi ini bahkan juga menguntungkan pemakai karena tidak perlu mengangkut racun dalam jumlah yang banyak ke tempat kerja. Walaupun demikian formulasi ini juga mempunyai beberapa kelemahan. Pemakai mudah membuat kesalahan ketika mengukur atau mencampur pestisida, sehingga dosisnya menjadi terlampau tinggi atau terlalu rendah dari dosis yang dianjurkan. Kesalahan dapat terjadi dengan mudah jika petunjuk-petunjuk yang ada pada label tidak diikuti dengan benar dan tidak menggunakan alat ukur yang tepat. Formulasi ini juga dapat membahayakan pemakai karena dapat dengan mudah memasuki tubuh melalui kulit dan mempunyai sifat yang sangat beracun karena kandungan bahan aktif yang tinggi.

## 2. Serbuk Basah

Formulasi pestisida serbuk basah mengandung bahan aktif yang cukup tinggi. Apabila formulasi ini dicampur dengan air, akan terbentuk dua lapisan yang terpisah dengan serbuknya terapung di bagian atas. Untuk menghindari hal ini, formulasi dicampur dengan bahan pembasah (wetting agent),

karena tanpa bahan ini serbuk tidak dapat bercampur dengan air. Pada umumnya, formulasi serbuk basah mengandung 50 - 75 % tanah liat atau bedak sehingga formulasi ini dapat dengan cepat tenggelam ketika dicampur air dan mengendap di bagian bawah tangki penyemprot. Oleh karena itu perlu diaduk selama waktu penggunaan.

Formulasi dalam bentuk ini sering digunakan untuk mengendalikan berbagai jenis jasad pengganggu. Jika dibandingkan dengan formulasi emulsi pekat, harga serbuk basah relatif lebih murah, mudah disimpan dan diangkut dan lebih aman bagi pemakai. Meskipun demikian, formulasi ini lebih mudah terisap oleh pemakai waktu menyiapkannya. Untuk menghindarinya, maka para pemakai harus menggunakan penutup hidung dan alat-alat keselamatan lainnya.

### 3. Serbuk Larut Air (Water Soluble Powder)

Seperti halnya formulasi serbuk basah, formulasi ini merupakan formulasi kering. Perbedaanya dengan serbuk basah ialah formulasi ini dapat membentuk larutan jika dicampur dengan air sedangkan serbuk basah hanya terjadi pencampuran saja. Formulasi ini biasanya mengandung 50 % bahan aktif. Kadangkala bahan pembasah atau bahan perata diperlukan jika akan digunakan untuk penyemprot tanaman yang mempunyai permukaan daun yang licin atau berbulu.

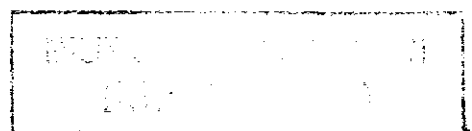
#### 4. Suspensi

Sudah diketahui bahwa terdapat jenis-jenis pestisida yang dapat larut dalam air atau pelarut minyak. Di samping itu ada beberapa jenis pestisida yang hanya larut pada jenis pelarut organik yang sulit untuk diperoleh, sehingga formulasinya sangat mahal dan sulit untuk diperdagangkan. Untuk mengatasi masalah ini maka bahan murninya harus dicampur terlebih dahulu dengan serbuk tertentu dan sedikit air sehingga terbentuk campuran pestisida dengan serbuk halus yang basah. Campuran ini dapat bercampur dengan rata jika dilarutkan dalam air sebelum disemprotkan. Komposisi seperti ini dikenal sebagai suspensi.

#### 5. Debu

Debu merupakan formulasi pestisida yang paling sederhana pemakaiannya dan juga merupakan formulasi kering yang mengandung konsentrasi bahan aktif yang sangat rendah yaitu berkisar antara 1 - 10 %. Bahan murninya dicampur dengan bahan liat kemudian dihancurkan menjadi halus seperti debu. Formulasi ini senantiasa digunakan dalam bentuk kering tanpa perlu dicampur dengan air atau pelarut lainnya. Pestisida dengan formulasi ini sangat mudah untuk digunakan di kawasan yang basah, oleh karena itu sering digunakan pada waktu pagi hari.

Formulasi debu mudah diterbangkan oleh angin ke tempat lain yang bukan sasarannya, karena ukurannya yang sangat



kecil. Oleh sebab itu formulasi ini tidak cocok digunakan di tempat yang terbuka terutama di daerah yang luas. Jika hari hujan, debu pestisida yang melekat pada daun dapat dengan mudah tercuci dan ini akan sangat merugikan jika digunakan di daerah yang luas.

#### 6. Butiran

Formulasi ini menyerupai debu tetapi dengan ukuran yang lebih besar dan dapat digunakan langsung tanpa dicairkan atau dicampur dengan bahan pelarut. Bahan aktif formulasi ini pada mulanya berbentuk cair, tetapi setelah dicampur dengan butiran bahan aktifnya akan menyerap atau melekat pada butiran. Jumlah bahan aktif yang terdapat pada formulasi ini biasanya berkisar antara 2 - 45 %.

Bentuk butiran biasanya digunakan ke tanah untuk membasmi jasad-jasad pengganggu yang terdapat di permukaan atau di dalam tanah. Dapat juga digunakan dengan menaburkannya ke seluruh tanaman. beberapa jenis insektisida dan herbisida tersedia dalam bentuk butiran ini.

Formulasi butiran mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan bentuk formulasi lainnya. Beberapa diantaranya ialah tidak perlu dilarutkan sehingga dapat langsung digunakan, peralatan yang digunakan sederhana, mengurangi kesalahan dalam mencampur dan dapat digunakan dari udara karena cukup berat dan sukar tertiuap angin.

## 7. Aerosol

Pada saat ini kita sedang menikmati hidup dengan budaya aerosol misalnya penyemprot nyamuk, penyemprot lipas, penyemprot wangi-wangian, penyemprot rambut, pembersih kursi, pembersih kaca dan lain sebagainya. Berbagai jenis insektisida semprot telah dikembangkan sejak Perang Dunia II. Semua jenis insektisida ini hanya efektif terhadap serangga yang terbang atau merayap dengan pengaruh residu yang sangat rendah. Bahan aktif insektisida ini harus larut dan mudah menguap dengan ukuran butiran yang kurang dari 10 um sehingga mudah terhisap manusia sewaktu bernafas. Senyawa ini akan masuk ke jaringan pernafasan di paru-paru. Oleh sebab itu bernafas sewaktu penyemprotan tidak dianjurkan.

## 8. Umpan

Umpan merupakan makanan atau bahan-bahan tertentu yang telah dicampur racun. Bahan makanan ini menjadi daya penarik bagi jasad pengganggu sasaran. Umpan dapat digunakan di rumah-rumah, kantor, kebun, sawah untuk mengendalikan tikus, lalat, lipas, burung ataupun siput.

Pestisida dengan formulasi ini sangat mudah untuk digunakan yaitu hanya dengan meletakkannya di tempat-tempat tertentu yang strategis. Jumlah bahan aktif racun di dalam umpan sangat rendah, sehingga tidak menimbulkan pengaruh yang membahayakan terhadap lingkungan. Bagaimanapun kelalaian dalam meletakkan umpan dapat membahayakan anak-anak dan hewan ternak.

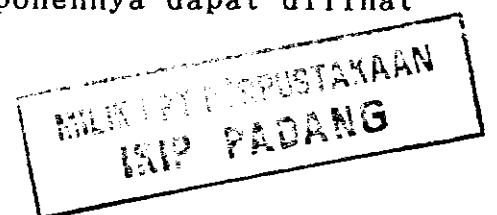
## 9. Gas

Fumigan merupakan formulasi yang berada dalam bentuk gas atau cairan yang mudah menguap. Gas ini dapat terisap atau diserap oleh kulit. Fumigan sering digunakan untuk mengendalikan hama-hama yang terdapat di dalam gudang dan jamur patogen yang berada di dalam tanah.

Fumigan dapat memberikan pengaruh terhadap segala jenis jasad pengganggu termasuk biji-biji gulma di dalam tanah. Gas-gas yang digunakan dalam fumigasi sangat beracun terhadap manusia. Oleh karena itu, langkah-langkah keselamatan kerja perlu mendapat perhatian yang utama.

### C. Insektisida dalam lingkungan

Pelaksanaan pembangunan pertanian yang dilakukan dengan cara intensifikasi maupun ekstensifikasi memberikan dampak pencemaran dan kerusakan terhadap lingkungan. Sebagai contoh, insektisida yang diaplikasikan sebagian mengenai sasarannya dan sebagian lagi jatuh di luar sasaran yaitu ke tanah air atau udara. Menurut Pawiroesoemardjo dkk, 1990) banyaknya insektisida yang jatuh di luar sasaran sangat tergantung pada jenis dan formulasinya, arah dan kecepatan angin serta suhu udara, alat aplikasi dan keterampilan petugas. Secara garis besar, permasalahan pencemaran lingkungan dan komponen-komponennya dapat dilihat pada gambar 1.



		kelompok profesional (batasan & ruang lingkup)	
	udara	Populasi (misal : konsumen)	1. Masalah residu
sumber	Air	Hewan ternak, tanaman	2. penurunan kualitas
	Tanah	Flora dan fauna (kehidupan liar)	

Gambar 1. Ruang lingkup Pencemaran Lingkungan  
(Koeman, 1977)

Insektisida yang masuk ke dalam lingkungan baik melalui udara, air dan tanah dapat berhubungan atau berakibat langsung pada populasi manusia, hewan dan tumbuhan. Residu insektisida yang berada dalam hewan ternak dan tanaman dapat menurunkan kualitas dan populasi hewan ternak dan tanaman tersebut. Perubahan dalam kehidupan liar (flora dan fauna) akibat adanya bahan pencemar insektisida juga menimbulkan masalah residu dan mengakibatkan menurunnya kualitas lingkungan misalnya, dengan punahnya suatu spesies dalam ekosistem yang telah dicemarkan oleh insektisida. Semua dampak negatif ini walaupun pada suatu keadaan tidak berhubungan langsung dengan populasi manusia, tetapi pada akhirnya dapat mempengaruhi manusia. Oleh karena itu, penentuan tingkat pencemaran dan bahayanya akan merupakan kajian tersendiri bagi kelompok profesional terutama dalam menganalisis permasalahan dan menentukan tindakan.

Pestisida yang digunakan dalam bidang pertanian, umumnya masuk ke dalam lingkungan sejak diaplikasikan pada



tanaman budidaya, kemudian mulai mengadakan penyebaran di lingkungan sehingga mengalami perubahan membentuk senyawa beracun maupun senyawa yang tidak beracun.

Pestisida dalam lingkungan dapat mempengaruhi rantai makanan terutama apabila terdapat suatu mata rantai yang putus yaitu penurunan populasi atau bahkan mengakibatkan punahnya suatu populasi organisme. Perjalanan pestisida dari mikroplankton sampai pada manusia merupakan pembesaran biologis terutama untuk pestisida yang persistensinya tinggi. Untuk pestisida yang bersifat granuler, umumnya terjadi penyerapan sistemik oleh tanaman dan hanya sebagian kecil saja yang menguap sehingga relatif tidak merusak musuh-musuh alami, tetapi masih berdampak terhadap fauna tanah, mikroflora tanah dan air (Oka dan Sukardi, 1981).

Jika permasalahan ini dilihat dalam ruang lingkup lingkungan secara keseluruhan sebagai suatu sistem tertutup, maka proses yang paling memegang peranan dalam penurunan jumlah total residu insektisida adalah mikroorganisme, hewan, tumbuhan dan sinar matahari. Faktor lain seperti pH, temperatur ekstrim, katalitas serta enzim-enzim dalam tanah penting dalam proses degradasi insektisida terutama yang bersifat tidak stabil, sedangkan kecepatannya dipengaruhi oleh sifat kimia insektisida itu sendiri (Nurmalah, 1992).

### III. RESIDU PESTISIDA

#### A. Residu Pestisida pada Sayuran

Usaha peningkatan produksi hortikultura dalam pembangunan pertanian ditujukan untuk memenuhi kebutuhan protein, vitamin dan mineral dalam rangka perbaikan gizi masyarakat dilaksanakan dengan berbagai cara antara lain dengan intensifikasi. Dengan meningkatnya luas panen dan produksi tiap tahun, maka terlihat bahwa intensifikasi memegang peranan penting dalam usaha peningkatan produksi hortikultura khususnya sayuran.

Telah disadari bahwa intensifikasi yang dilaksanakan dengan peningkatan pemupukan, penggunaan varietas tanaman berpotensi produksi tinggi, perbaikan cara bercocok tanam dan penerapan teknologi maju lainnya memerlukan tindakan pengamanan untuk menghindari kerugian produksi yang disebabkan oleh serangan hama dan penyakit serta gangguan gulma.

Petani hortikultura khususnya petani sayuran telah lama memandang penggunaan pestisida sebagai cara untuk keperluan mengamankan produksi tanamannya. Oleh karena itu penggunaan pestisida untuk melindungi tanaman terhadap serangan hama dan penyakit serta persaingan gulma merupakan hal yang lazim dipraktekkan petani sayuran di banyak daerah.

Peningkatan penggunaan pupuk dan penanaman varietas tanaman berpotensi produksi tinggi disatu pihak merupakan pengubahan kondisi ekologi yang dapat berpengaruh lebih baik bagi berkembangnya hama atau penyakit tanaman. Penggunaan pestisida secara rutin terus-menerus di lain pihak dapat

menimbulkan resistensi hama atau penyakit terhadap pestisida, resurgensi hama serta munculnya hama sekunder. Hal tersebut tanpanya telah mengakibatkan masalah hama dan penyakit tanaman sayuran di beberapa sentra produksi menjadi lebih serius. Keadaan demikian menyebabkan petani menggunakan pestisida labih banyak lagi untuk mengatasi masalah hama dan penyakit tersebut. Di samping itu kecenderungan sebagian konsumen yang menginginkan produk hortikultura yang sama sekali bebas dari cacat oleh bekas serangan hama atau penyakit telah mendorong pula petani menggunakan lebih banyak lagi pestisida. Adakalanya aplikasi masih dilakukan beberapa hari sebelum hasil dipanen atau bahkan mungkin pada saat atau setelah panen (Soekardi dan Sumatera, 1982).

Penggunaan pestisida pada tanaman sayuran telah disadari dapat meninggalkan residu pada sayuran tersebut. Oleh karena itu meningkatnya penggunaan pestisida dalam rangka intensifikasi peningkatan produksi sayuran menimbulkan kekhawatiran akan bahaya residu pestisida tersebut. Kekhawatiran ini disadari pula alasan bahwa sebagian masyarakat mempunyai kegemaran memakan jenis-jenis sayuran tertentu dalam keadaan segar yang tidak dimasak atau mengalami perlakuan tertentu sebelumnya.

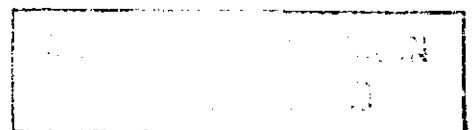
Soekardi dan Sumatera (1982) menyatakan bahwa yang dimaksud dengan residu insektisida adalah sisa komponen insektisida dan derivat-derivatnya yang masih tertinggal pada air, tanah, binatang atau tanaman yang pernah terkontaminasi oleh insektisida baik secara langsung maupun tidak.

Semenjak insektisida digunakan secara luas untuk meningkatkan produksi pangan, maka residu insektisida akan dibentuk langsung semenjak penyemprotan, panen, transportasi pemasaran dan sewaktu akan dikonsumsi. Maka dari itu program pemeriksaan toksisitas secara aktif harus dilaksanakan sebelum insektisida tersebut digunakan. Atas dasar data toksisitas yang dilengkapi dengan konsentrasi maksimum yang disarankan, akan menjamin terhindarnya konsumen dari keracunan insektisida secara akut maupun kronis (Nurmalah, 1992).

FAO (Food and Agricultural Organization) telah menetapkan konsentrasi maksimum yang diperkenankan atau MAC (Maximum Allowable Concentration). MAC dinyatakan dalam miligram bahan kimia yang terdapat dalam bahan makanan per kilogram berat bahan makanan.

Menurut Budiono (1988), bahan makanan yang sama sekali tidak boleh mengandung residu pestisida dikatakan mempunyai toleransi nol. Dengan demikian berarti tidak sebuah molekulpun yang berasal dari pestisida dibenarkan tertinggal pada bahan makanan tersebut. Salah satu bahan makanan yang mutlak harus bebas dari residu pestisida ialah susu.

Residu yang terdapat pada tanaman dapat berasal dari pestisida yang diaplikasikan langsung pada tanaman atau yang diaplikasikan melalui tanah atau air. Selain karena aplikasi pestisida yang dengan sengaja ditujukan pada tanaman, residu dapat pula dijumpai pada tanaman karena terjadinya kontaminasi tanaman dengan pestisida yang diaplikasi pada sasaran



lain yang berdekatan dengan tanaman, atau karena tanaman ditanam di tanah yang mengandung residu pestisida yang persisten (McEwen dan Stephenson, 1979 dalam Soekardi dan Sumatera 1982).

Residu pestisida yang tertinggal pada tanaman tergantung antara lain pada cara, waktu dan banyaknya aplikasi serta dosis untuk tiap aplikasi. Waktu aplikasi terakhir sebelum panen sangat penting karena menentukan sekali banyaknya residu yang ditemukan pada waktu hasil dipanen. Makin lama jarak waktu aplikasi dengan panen, makin sedikit residu yang tersisa pada tanaman. Tabel 1 menunjukkan pengaruh waktu aplikasi sebelum panen untuk beberapa jenis insektisida terhadap banyaknya residu yang ditemukan pada waktu panen.

Menurut Norris (1974) dalam Soekardi dan Sumatera (1982) setelah diaplikasi, perilaku pestisida pada tanaman akan menentukan banyaknya residu yang tertinggal pada tanaman tersebut. Pestisida yang diaplikasi pada bagian tanaman di atas tanah dapat mengalami proses-proses penyerapan (absorpsi), pengikatan (adsorpsi), penguapan, pencucian maupun degradasi. Penyerapan dari permukaan luar ke bagian dalam tanaman terjadi pada pestisida sistemik. Banyaknya pestisida yang terserap yang kemudian diangkut oleh sistem tanaman tergantung pada sifat-sifat pestisida dan tanaman.

Penggunaan pestisida dengan dosis tinggi jelas akan meninggalkan residu lebih banyak dibandingkan dengan dosis rendah seperti terlihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Residu empat jenis insektisida yang diaplikasi dengan interval sebelum panen yang berbeda-beda pada tanaman sawi

Insektisida	Dosis aplikasi (lbs/acre)	Waktu aplikasi (hari sebelum panen)	Residu pada waktu panen (ppm)
Parathion	1,0	0	12,1
		3	1,83
		7	0,27
		14	0,062
		21	0,005
Diazinon	1,0	0	13,3
		3	1,23
		7	0,153
		14	0,049
		21	0,011
Metamidofos	1,0	0	59,7
		3	8,53
		7	1,21
		14	1,9
		21	0,54
Endosulfan	1,0	0	25,2
		3	8,71
		7	4,18
		14	3,17
		21	0,67

Sumber : Soekardi dan Sumatera (1982)

Tabel 2. Residu insektisida karbamil yang diaplikasi dengan 3 dosis yang berbeda pada kubis dan terung. (Tiap dosis diaplikasikan tiap 3 minggu selama 9 minggu)

Jenis sayuran	Residu yang ditemukan (ppm)		
	0,55 lbs/acre	1,1 lbs/acre	2,2 lbs/acre
Kubis	14,8	23,83	33,86
Kubis (dicuci)	0,97	1,34	1,25
Terung	8,33	12,22	16,86

Tersimpannya pestisida pada tanaman dapat pula terjadi karena pestisida diikat secara fisis atau kemis oleh permukaan tanaman terutama daun. Besarnya pengikatan tergantung pada sifat-sifat fisis, kemis dari pestisida dan permukaan daun. Di samping itu juga ditentukan oleh faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi keseimbangan antara pestisida yang terikat oleh permukaan daun dengan yang bebas. Berkurangnya jumlah pestisida yang bebas menyebabkan terlepasnya pestisida yang terikat sampai terjadi keseimbangan kembali.

Untuk pestisida yang mempunyai tekanan uap yang relatif tinggi, penguapan merupakan proses yang dapat mengurangi banyaknya residu pestisida tersebut pada tanaman.

Proses pencucian oleh air hujan juga menyebabkan banyaknya pestisida yang tidak terserap atau tidak terikat maupun yang tidak menguap atau tidak mengalami degradasi, namun demikian pestisida yang tercuci air hujan tersebut setelah masuk ke dalam tanah sebagian mungkin akan diserap kembali oleh tanaman melalui akar.

Banyaknya residu pestisida yang tertinggal pada tanaman dapat pula berkurang karena terjadinya degradasi secara fotokemis, kemis atau biologis oleh unsur-unsur lingkungan tertentu seperti sinar matahari, uap air, zat asam dan sebagainya (Soekardi dan Sumatera, 1982)

Pestisida yang diaplikasi melalui tanah pada daerah perakaran tanaman juga mengalami proses yang sama seperti halnya pestisida yang diaplikasi pada bagian tanaman di atas tanah. Pestisida di dalam tanah dapat diikat dan diserap oleh akar tanaman. Insektisida aldrin dengan dosis 1 lb/acre yang diaplikasikan pada tanah liat yang ditanami dengan lobak dan wortel, dapat diserap oleh tanaman-tanaman tersebut dan tersimpan sebagai residu sebanyak berturut-turut 0,03 dan 0,05 ppm. Pestisida yang larut dalam air mudah diserap akar dan diangkut ke bagian lain dari tanaman. (Anonymous, 1969).

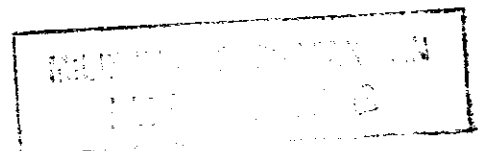
Penggunaan pestisida yang persisten dalam tanah pada suatu jenis tanaman tertentu tidak hanya menyebabkan adanya residu pada tanaman tersebut, tetapi dapat mengakibatkan tanaman-tanaman lain yang ditanam setelah tanaman pertama mengandung pula residu pestisida tersebut. Hal ini terjadi karena penyerapan residu pestisida tersebut oleh akar tanaman dari dalam tanah. Suatu hasil penelitian menunjukkan bahwa mentimun yang ditanam selama 5 tahun pernah mendapat perlakuan dengan aldrin, dieldrin dan heptaklor dengan dosis masing-masing 5 lbs/acre, setiap tahun mengandung residu 0,011 ppm aldrin, 0,102 ppm dieldrin dan 0,23 ppm heptaklor (Anonymous, 1969).



Menurut Norris (1974) dalam Soekardi dan Sumatera (1982), pestisida yang diserap masuk ke dalam sistem tanaman dapat mengalami proses-proses lebih lanjut yaitu translokasi, penyimpanan, metabolisme dan eksudasi. Translokasi ke arah pucuk tanaman terjadi melalui jaringan xilem maupun floem, sedang translokasi ke arah akar hanya melalui floem. Pestisida yang diserap oleh daun tidak mengalami translokasi akan tetapi tetap tinggal tersimpan dalam daun. Pestisida yang ditranslokasikan ke akar akan dikeluarkan ke dalam tanah. Di dalam tanaman pestisida dapat mengalami perubahan struktur karena proses metabolisme yang mengakibatkan detoksikasi atau aktivasi.

Herbisida-herbisida fenoksibutirat yang semula tidak aktif akan menjadi aktif terhadap sistem tanaman setelah mengalami metabolisme menjadi derivat-derivat asam asetat. Metabolisme herbisida pada umumnya merupakan proses detoksikasi bagi tanaman, tetapi produk yang dihasilkan mungkin secara biologis aktif pada sistem lain, sehingga residu herbisida tersebut tetap mempunyai arti penting. Insektisida juga mengalami metabolisme dan metabolitnya sering sangat toksik. Berbeda dengan eksudasi pada hewan, eksudasi pestisida pada tanaman relatif kecil. Hanya pestisida dan metabolit yang mudah menguap akan meninggalkan tanaman melalui stomata.

Walupun monitoring residu pestisida yang dilakukan pada sayuran masih sangat terbatas, baik mengenai banyaknya pihak yang melakukan maupun mengenai daerah yang dimonitor dan jenis sayuran yang dideteksi residunya, tetapi beberapa data telah didapat. Data yang dihasilkan dapat menunjukkan seba-



gian kenyataan yang dihadapi setidaknya-tidaknya gambaran mengenai masalah residu pestisida pada jenis-jenis sayuran tertentu pada daerah tertentu dapat diperoleh.

Monitoring yang dilakukan oleh Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran menunjukkan bahwa pada umumnya kandungan residu pestisida dalam contoh-contoh sayuran dari daerah Jawa Barat adalah rendah kecuali dalam beberapa contoh wortel, terutama yang diambil di pasar Kosambi, Bandung ditemukan relatif tinggi. Monitoring tersebut juga menemukan residu pestisida pada jenis-jenis sayuran yang tidak disemprot pestisida yaitu kangkung, genjer, daun talas dan daun singkong walaupun kadarnya lebih rendah dibanding dengan wortel, tomat dan selada yang biasa disemprot dengan pestisida (Soemarwoto, 1980).

Sejak awal tahun 1980, Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan telah pula melakukan monitoring residu pestisida pada sayuran dan tanaman pangan lainnya pada beberapa daerah di Jawa. Monitoring tersebut dimaksudkan untuk mengetahui dampak penggunaan pestisida yang memerlukan tindakan untuk menghindarkannya antara lain dengan mengendalikan penggunaan pestisida maupun untuk mengumpulkan data yang diperlukan untuk penetapan toleransi pestisida. Monitoring . Di Jawa Barat (Pacet, Pengalengan dan Lembang) telah dilakukan lima kali, di Jawa Tengah (Getasan, Ambarawa dan Tawangmangu) dua kali dan di Jawa Timur (Batu) hanya satu kali. Dalam monitoring tersebut, contoh-contoh sayuran diambil dari kebun petani pada saat sayuran dipanen.

## B. Usaha Penanganan masalah residu

Penggunaan pestisida yang makin meningkat dalam usaha meningkatkan produksi pertanian selama dua dasawarsa terakhir ini telah makin menimbulkan kekhawatiran akan meningkatnya pengaruh kandungan residu pestisida pada produk pertanian terhadap kesehatan masyarakat yang mengkonsumsi makanan dari produk tersebut. Kekhawatiran tersebut telah mendorong pemerintah berbagai negara untuk mengambil langkah-langkah guna melindungi kesehatan warga negaranya.

Banyak negara terutama negara maju telah mengendalikan residu pestisida pada produk pertanian dengan peraturan perundang-undangan. Di negara-negara tersebut telah ditentukan bahwa residu pestisida yang terdapat dalam produk pertanian tidak boleh melebihi batas toleransi yang ditetapkan. Penetapan toleransi residu tersebut biasanya didasarkan pada data hasil percobaan dan pengamatan atau monitoring residu pestisida pada tanaman pertanian di masing-masing negara.

Dengan perbedaan masalah hama, penyakit dan gulma pada tanaman pertanian yang dihadapi masing-masing negara dan perbedaan cara-cara untuk mengatasinya, maka kebutuhan terhadap pestisida juga berbeda. Perbedaan tersebut meliputi jenis, dosis, cara aplikasi, waktu dan banyaknya aplikasi, interval aplikasi sebelum hasil tanaman di panen. Semuanya ini sangat menentukan banyaknya residu pestisida yang terdapat pada hasil tanaman. Perbedaan-perbedaan iklim, jenis tanah dan kondisi lingkungan lainnya yang mempunyai pengaruh terhadap kecepatan degradasi residu pestisida, juga

menyebabkan kadar residu yang ditemukan di masing-masing negara berbeda. Karena hal tersebut dan perbedaan pola konsumsi makanan yang juga digunakan sebagai dasar penetapan toleransi residu oleh masing-masing negara, maka toleransi pada hasil tanaman yang ditetapkan oleh masing-masing negara adalah tidak sama, bahkan adakalanya mempunyai perbedaan yang sangat besar. Dengan demikian ada negara dengan toleransi residu yang rendah dan ada yang toleransi residunya tinggi (Soekardi dan Sumatera, 1982).

Keadaan tersebut di atas dapat menghambat perdagangan komoditi pertanian secara internasional yaitu ekspor oleh negara dengan batas toleransi residu yang tinggi atau oleh negara yang belum menetapkan batas toleransi residu ke negara yang batas toleransi residunya rendah. Negara yang tersebut terakhir ini akan menolak komoditi pertanian yang diekspor oleh negara yang tersebut pertama apabila komoditi itu mengandung residu pestisida yang melebihi batas toleransi yang ditetapkan negara pengimpor tersebut.

Menyadari adanya hambatan dalam perdagangan internasional seperti tersebut di atas, maka badan-badan yang berkepentingan dari Perserikatan Bangsa Bangsa yaitu FAO dan WHO menyusun program bersama mengenai standar internasional untuk makanan yang dikenal sebagai "Joint Food Standards Programmae" (JMFR), yang antara lain menetapkan ketentuan-ketentuan mengenai residu pestisida. Program ini di samping bertujuan untuk melindungi konsumen, juga untuk melancarkan hubungan perdagangan internasional komoditi pertanian/bahan makanan.

Untuk melaksanakan program tersebut dibentuk Codex Alimentarius Commission yang anggotanya adalah negara-negara anggota FAO dan atau FAO yang telah menyatakan keanggotaannya. Masalah residu ditangani secara khusus oleh suatu badan antar pemerintah " Codex Committee on Pesticide Residues " (CCPR) yang tugasnya adalah memberikan saran-saran kepada Commission mengenai semua hal yang berhubungan dengan residu pestisida. CCPR yang mengadakan sidang setiap tahun itu, bertanggung jawab antara lain dalam penetapan batas maksimum residu pestisida pada tiap jenis produk tanaman/bahan makanan atau kelompok produk tanaman/bahan makanan berdasarkan data yang disediakan oleh pemerintah negara anggota serta rekomendasi dan hasil evaluasi JMPR yang terdiri dari para ahli. JMPR menyusun rekomendasinya mengenai MRL dan menetapkan " Acceptable Daily Intake" (ADI) berdasarkan data dari pemerintah dan industri pestisida.

Setelah MRL yang diusulkan oleh CCPR diterima oleh Commission, maka kemudian dimintakan persetujuan masing-masing negara anggota. Selanjutnya ditetapkan sebagai Codex MRL yang didefinisikan konsentrasi maksimum residu pestisida pada atau dalam komoditi makanan yang direkomendasikan oleh Codex Alimentarius untuk diizinkan secara legal. Konsentrasi tersebut dinyatakan sebagai banyaknya bagian berat residu pestisida untuk tiap juta bagian berat makanan atau komoditi makanan (ppm). Codex MRL berlaku untuk residu pestisida yang terdapat pada atau dalam produk tanaman/komoditi makanan sebagai akibat penggunaan pestisida menurut

cara-cara yang resmi dianjurkan untuk tujuan melindungi tanaman atau produk tanaman/komoditi makanan dari serangan hama dan penyakit serta gangguan gulma.

Setiap negara yang telah menyetujui Codex MRL harus menjaga supaya komoditi yang diekspor tidak mengandung residu pestisida dengan konsentrasi melampaui Codex MRL dan harus bersedia menerima komoditi impor yang mengandung residu tidak melampaui Codex MRL dari negara lain yang telah pula menyetujui Codex MRL.

Banyaknya residu pestisida yang terdapat pada produk tanaman banyak ditentukan oleh faktor penggunaan pestisida itu sendiri yaitu jenis, banyak dan cara serta waktu aplikasi pada tanaman atau produk tanaman tersebut. Oleh karena itu untuk mengurangi residu pestisida serendah mungkin, maka yang harus dilakukan adalah menentukan kebutuhan dan penggunaan pestisida yang tepat untuk pengendalian hama, penyakit atau gulma yang menyerang dan mengganggu tanaman.

Dalam hubungan ini yang pertama harus ditentukan adalah dalam hal bagaimana pestisida dibutuhkan, sehingga penggunaan pestisida yang berlebihan dapat dihindarkan. Selanjutnya dalam hal pestisida memang dibutuhkan, perlu ditentukan macam pestisida dan formulasinya, dosis minimum yang efektif, teknik aplikasi, waktu dan banyaknya aplikasi, interval antara aplikasi terakhir dengan waktu panen dan aspek teknis lain yang memungkinkan residu pestisida terdapat dalam batas minimum yang aman bagi konsumen.

Dalam rangka mengatasi masalah residu pestisida, FAO dan WHO telah mengajukan suatu konsep untuk digunakan oleh masing-masing negara sebagai landasan pemikiran dalam menentukan anjuran penggunaan pestisida untuk pertanian. Konsep tersebut dikenal sebagai "Good Agricultural Practice in the Use of Pesticides", yang didefinisikan sebagai penggunaan pestisida yang secara resmi dianjurkan oleh pihak berwenang untuk mengendalikan hama dalam kondisi praktek pada setiap tahapan produksi, penyimpanan, pengangkutan, distribusi dan pemrosesan makanan atau komoditi pertanian lainnya, yang didasarkan pada kebutuhan pestisida minimum untuk memperoleh hasil pengendalian hama yang cukup, yang diaplikasikan sedemikian rupa sehingga residu yang tertinggal seminimum mungkin yang secara toksikologis tidak berbahaya.

Konsep tersebut yang bertujuan supaya residu yang diakibatkan oleh penggunaan pestisida pada tanaman atau komoditi pertanian dalam tahap manapun senantiasa aman digunakan dalam jumlah minimum dan aplikasinya sejauh mungkin meninggalkan residu yang minimum pula. Ini berarti bahwa pestisida digunakan apabila perlu saja dan menurut suatu pola penggunaan tertentu.

#### 1. Penggunaan pestisida dalam jumlah minimum

Untuk membatasi penggunaan pestisida dalam jumlah minimum, maka perlu sekali ditentukan lebih dahulu kondisi yang membutuhkan penggunaan pestisida seperlunya. Oleh karena tujuan pengendalian hama adalah menghindarkan keru-

gian ekonomis karena serangan hama, maka pada dasarnya penggunaan pestisida untuk pengendalian hama hanya diperlukan apabila tanaman terancam oleh serangan hama. Ancaman serangan hama mempunyai potensi yang membahayakan apabila populasi hama tersebut mencapai ambang kerusakan ekonomis dan faktor-faktor lingkungan yang ada dalam jangka waktu yang tersedia tidak mampu menekan perkembangan populasi hama tersebut. Untuk mengetahui kondisi yang demikian perlu dilakukan pengamatan hama dan unsur-unsur lingkungan yang mempengaruhi perkembangan populasi hama. Dengan pengamatan yang baik akan dapat ditentukan di mana dan kapan keadaan hama memerlukan tindakan pengendalian dengan pestisida, sehingga penggunaan pestisida dapat dibatasi hanya pada tempat dan waktu tertentu saja. Dengan demikian jumlah pestisida yang digunakan dapat dibatasi pada tingkat minimum sesuai dengan kebutuhan.

Untuk mengembangkan sistem pengamatan tersebut diperlukan pengamat hama yang terlatih dengan peralatan dan sarana yang cukup. Di samping itu juga diperlukan dukungan penelitian mengenai biologi hama, ambang ekonomi serangan hama dan peranan unsur-unsur lingkungan khususnya parasit dan predator.

Dalam usaha membatasi residu dengan meminimumkan penggunaan pestisida, tercakup pula pemikiran mengenai cara-cara lain untuk pengendalian hama. Apabila cara-cara yang lain dapat diterapkan, maka penggunaan pestisida dapat dikurangi. dalam hal ini pestisida hanya perlu digunakan apabila cara-cara yang lain untuk mengendalikan hama tidak



dapat diterapkan dengan efektif dan efisien. Dari pengertian ini maka jelas bahwa konsep penggunaan pestisida yang dianjurkan oleh FAO dan WHO adalah sejalan dengan konsep pengendalian hama terpadu yang juga dianjurkan FAO

## 2. Penggunaan pestisida dengan residu minimum

Usaha meminimumkan residu pestisida dan bahanya bagi konsumen produk pertanian, di samping dilakukan dengan pembatasan jumlah pestisida berdasarkan kebutuhan menurut keadaan hama tanaman pada waktu dan tempat tertentu, dapat pula dilakukan dengan memilih jenis pestisida dan formulasi yang sesuai serta melakukan aplikasi yang tepat.

Sehubungan dengan itu maka Soekardi dan Sumatera (1982) menganjurkan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Pestisida yang dianjurkan untuk digunakan secara umum hendaknya dibatasi pada jenis-jenis yang mempunyai toksisitas rendah baik akut maupun khronik (nilai LD50 dan ADI besar), persistensi rendah dan tidak akumulatif.
- b. Formulasi yang dipilih hendaknya yang dapat memaksimalkan efisiensi penggunaan pestisida yang dianjurkan.
- c. Dosis yang dianjurkan adalah dosis minimum yang diketahui efektif terhadap hama sasaran.

- d. Cara aplikasi yang dianjurkan hendaknya menjamin pengendalian hama secara optimum dengan kontaminasi pada tanaman atau lingkungan yang minimum.
- e. Perlakuan tidak langsung, seperti aplikasi pada tanah, perlakuan benih dan perlakuan pada inang pengganti, hendaknya dianjurkan sebagai pelengkap atau pengganti cara aplikasi langsung pada tanaman.
- f. Aplikasi pestisida dilakukan sebelum populasi hama menimbulkan kerusakan berat, yaitu pada waktu mencapai ambang ekonomi dan hama berada dalam stadium peka dan keadaan iklim serta pertanaman memungkinkan efikasi pestisida mencapai maksimum.
- g. Bahan pembantu hanya digunakan untuk memperbaiki efikasi pestisida dan pengaruhnya yang lain telah diketahui.
- h. Banyaknya aplikasi ditentukan berdasarkan tingkat pengendalian yang diinginkan dan intensitas serangan hama.
- i. Interval antara aplikasi terakhir dengan waktu panen hendaknya sepanjang mungkin.

- j. Apabila karena persyaratan karantina suatu perlakuan yang berdekatan dengan waktu panen harus dilakukan, maka hendaknya digunakan pestisida yang tidak stabil (mudah menguap, dapat terurai secara biologi) atau pestisida yang toksisitas khronisnya rendah sekali).
- k. Apabila perlakuan pasca panen diperlukan, maka pestisida yang digunakan hendaknya mempunyai toksisitas rendah, tidak mempengaruhi sifat-sifat komoditi makanan yang diperlakukan, meninggalkan residu minimum dan mudah hilang selama penyimpanan atau persiapan untuk dimasak maupun selama dimasak.

Oleh karena konsep penggunaan pestisida tersebut di atas mencakup semua faktor dan fungsi yang saling berhubungan yang dimaksudkan untuk menjamin pengendalian hama yang efektif tetapi tanpa meninggalkan residu lebih banyak daripada yang diperlukan, maka semua hal tersebut di perlu dipikirkan pelaksanaannya lebih lanjut. Dalam hubungan ini misalnya rotasi tanaman perlu dipikirkan bukan saja untuk memotong siklus hama sasaran, tetapi juga untuk "memotong" residu pestisida dalam tanah. Hal ini penting apabila tanaman sayuran hendak ditanam di lahan yang sebelumnya ditanami dengan tanaman bukan pangan yang mendapat perlakuan dengan pestisida yang relatif persisten.

### 3. Peraturan perundang-undangan

Oleh karena residu pestisida yang terdapat berlebihan pada produk hortikultura dan produk pertanian lainnya mempunyai dampak yang merugikan terhadap kesehatan masyarakat luas dan terhadap usaha pengembangan ekspor produk-produk pertanian tersebut, maka dirasakan sangat perlu untuk mengendalikan residu pestisida tersebut dengan peraturan perundang-undangan. Pada dasarnya peraturan perundang-undangan tersebut diperlukan untuk menjamin supaya bahan makanan, terutama yang berasal dari tanaman, yang tersedia untuk dikonsumsi dalam negeri maupun untuk ekspor tidak mengandung residu pestisida dalam jumlah yang membahayakan kesehatan manusia.

Untuk maksud tersebut tindakan pengaturan dengan peraturan-undangan perlu dilakukan terutama terhadap penggunaan pestisida sebagai langkah untuk menghindarkan agar penggunaan pestisida tidak mengakibatkan terdapatnya residu yang tidak diinginkan. Langkah pengaturan lain yang dilakukan dalam rangka usaha pengawasan bahan makanan/makanan adalah menetapkan ketentuan-ketentuan mengenai residu pestisida dan batas maksimum yang aman untuk berbagai jenis produk tanaman dan produk pertanian lainnya.

#### a. Peraturan tentang penggunaan pestisida

Peraturan yang mengatur penggunaan pestisida telah dikeluarkan oleh pemerintah dalam bentuk Peraturan Pemerintah nomor 7 Tahun 1973 tentang pengawasan atas peredaran, penyimpanan dan penggunaan pestisida beserta peraturan-

peraturan pelaksanaannya. Dalam peraturan tersebut ditetapkan antara lain bahwa:

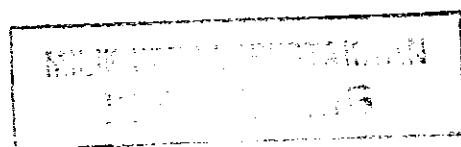
- 1) Semua formulasi pestisida dan tiap macam kegunaan serta cara penggunaan dari masing-masing pestisida tersebut harus didaftarkan dan dimintakan izin Menteri Pertanian melalui Komisi Pestisida.
- 2) Pestisida yang boleh diedarkan dan digunakan adalah yang formulasinya telah terdaftar dan atau diizinkan menteri pertanian untuk digunakan.
- 3) Tiap formulasi pestisida hanya diizinkan digunakan untuk tujuan tertentu dan dengan cara penggunaan tertentu pula seperti yang ditetapkan Menteri Pertanian dan pendaftaran dan atau pemberian izin untuk masing-masing formulasi pestisida.

Dalam pelaksanaan pendaftaran pestisida maka pemohon pendaftaran, yaitu pembuat/pemilik formulasi pestisida atau yang ditunjuk mewakilinya diminta memberikan semua data mengenai formulasi pestisida yang didaftarkan kepada Komisi pestisida, antara lain data toksikologi dan data residu. Penolakan pendaftaran atau pemberian izin penggunaan suatu formulasi pestisida didasarkan pada data tersebut.

Dalam usaha mengendalikan residu pestisida melalui pendaftaran dan perizinan penggunaan pestisida seperti ter-

sebut di atas, telah diambil beberapa kebijaksanaan sebagai berikut :

- (1) pendaftaran pestisida persisten hanya dipertimbangkan untuk penggunaan bukan pada tanaman yang hasilnya dikonsumsi sebagai makanan manusia,
- (2) pendataran penggunaan pestisida persisten untuk suatu tujuan tertentu ditolak apabila kegunaan pestisida itu untuk tujuan tersebut telah dapat digantikan oleh pestisida terdaftar yang tidak persisten,
- (3) pestisida persisten yang kegunaannya tidak atau belum digantikan oleh pestisida lain tidak diizinkan diedarkan bebas dan tidak diizinkan digunakan oleh pemakai umum, tetapi hanya dapat diizinkan digunakan secara terbatas dalam jumlah tertentu yang diberi izin,
- (4) pestisida yang penggunaannya untuk suatu tujuan tertentu mengakibatkan residu yang tidak diinginkan, tidak diizinkan digunakan untuk tujuan tersebut; demikian pula apabila penggunaannya dengan cara tertentu mengakibatkan residu yang tidak diinginkan, maka pestisida itu tidak diizinkan pula digunakan dengan cara tersebut. Kebijakan tersebut di atas dilaksanakan secara bertahap, sesuai dengan urgensi kebutuhan dan kondisi yang berhubungan dengan pelaksanaan.



b. Peraturan tentang residu pestisida

Ditinjau dari aspek kesehatan, mutu bahan makanan atau makanan tidak saja dipengaruhi oleh kandungan residu pestisida tetapi juga oleh beberapa faktor lainnya yang secara toksikologis dan patogenik mempunyai arti penting. Faktor-faktor bukan pestisida tersebut antara lain adalah bahan-bahan kimia yang sengaja ditambahkan pada makanan seperti bahan pengawet, pewarna, penyedap rasa dan sebagainya, dan kontaminan biologis termasuk jasad-jasad renik yang patogenik. Oleh karena itu usaha pengendalian residu pestisida dengan peraturan perundang-undangan tidak terlepas dari usaha pengawasan makanan yang memerlukan berbagai peraturan perundang-undangan lainnya.

Peraturan perundang-undangan yang secara khusus menetapkan ketentuan-ketentuan mengenai residu pestisida pada produk pertanian atau bahan makanan dewasa ini belum ada. Keadaan ini mungkin berhubungan dengan kompleksitas masalah mutu makanan sehat seperti tersebut di atas, sehingga untuk mengatasinya diperlukan penentuan prioritas berdasarkan urgensi masalah. Walaupun demikian peraturan mengenai residu pestisida perlu dipikirkan dan hendaknya dipersiapkan dari sekarang.

Untuk menetapkan ketentuan-ketentuan dalam peraturan perundang-undangan mengenai residu pestisida dan batas toleransinya yang aman bagi kesehatan masyarakat, perlu dipertimbangkan beberapa hal sebagai diuraikan di bawah.

### 1) Data Toksikologi

Untuk menentukan toleransi residu pestisida pada berbagai produk pertanian, perlu dipelajari semua aspek toksikologis dari masing-masing pestisida. Tingkat keamanan residu residu bagi kesehatan konsumen perlu diketahui dengan menilai data toksisitas akut, subakut dan kronik, data hasil studi reproduksi dan studi khusus lainnya (karsinogenesis, mutagenesis, neurotoksisitas, teratogenesis dan sebagainya) dan data biokemis.

Data toksikologi umumnya bukan berasal dari penelitian pada manusia tetapi pada hewan percobaan, sehingga untuk menentukan tingkat residu yang aman bagi manusia paratoksikologiwan mengadakan ekstrapolasi data dengan menggunakan suatu faktor keamanan yang bersifat arbitrary. Tingkat keamanan residu yang perlu ditentukan adalah Acceptable Daily Intake (ADI) yaitu, banyaknya pestisida yang berdasarkan data yang tersedia pada saat penilaian dilakukan tidak menyebabkan bahaya bagi kesehatan konsumen apabila tiap hari termakan.

ADI dinyatakan dalam mg/kg berat badan / hari. Oleh karena itu penentuan tingkat keamanan residu pestisida bagi kesehatan manusia merupakan suatu penilaian yang kompleks, maka dalam usaha menetapkan toleransi residu dengan peraturan perundang-undangan disarankan untuk menggunakan saja angka ADI yang telah ditentukan dan dianjurkan oleh pakar FAO dan WHO dalam Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues.



## 2) Pola dan Bentuk Konsumsi

Untuk menentukan batas toleransi residu pada tiap jenis produk tanaman/bahan makanan yang dapat menjamin keamanan bagi seluruh konsumen, perlu diperhatikan proporsi jenis-jenis bahan makanan total dari tiap golongan masyarakat dari tiap daerah. Selain itu karena toleransi residu ditetapkan untuk bahan makanan dalam bentuk mentah, sedang residu pestisida tertentu dapat berkurang karena proses penyiapan makanan, maka bentuk makanan yang biasa dikonsumsi masyarakat hendaknya diperhatikan pula.

Mengingat hal-hal di atas bahwa suatu jenis makanan dikonsumsi dalam jumlah dan bentuk yang tidak sama dengan jenis lainnya dan bahwa suatu jenis pestisida hanya digunakan pada jenis tanaman tertentu, maka pada dasarnya toleransi residu suatu jenis pestisida pada berbagai jenis tanaman ditetapkan berbeda. Di samping itu karena pola konsumsi dapat mengalami perubahan oleh dorongan faktor-faktor tertentu dan spektrum penggunaan pestisida pun dapat pula berubah dalam batas tertentu, maka secara berkala toleransi residu yang telah ditetapkan perlu ditinjau dan ditetapkan kembali.

## 3) Monitoring residu

Toleransi residu pestisida pada jenis-jenis produk tanaman sebaiknya ditentukan dengan memperhatikan kenyataan mengenai residu yang terdapat pada jenis-jenis produk yang dihasilkan para petani. Monitoring residu perlu dilakukan dengan mengumpulkan contoh-contoh produk

tanaman yang diperdagangkan di pasar-pasar untuk kemudian dianalisis di laboratorium guna mengetahui residu pestisida yang terkandung dalam contoh tersebut.

Monitoring hendaknya dapat mengumpulkan sebanyak mungkin data residu yang sebenarnya terdapat pada produk tanaman yang tersedia di pasar untuk konsumen.

Monitoring tersebut dianggap perlu dilakukan dengan pertimbangan bahwa di satu pihak penetapan toleransi residu dimaksudkan untuk meminimumkan bahaya residu bagi kesehatan konsumen, tetapi di lain pihak peraturan perundang-undangan mengenai toleransi residu tersebut tidak diinginkan pula mempunyai dampak yang sangat merugikan petani sebagai produsen, yang apabila dibiarkan pada akhirnya akan mengakibatkan pula kerugian lain bagi konsumen. Walaupun demikian, toleransi residu yang akan ditetapkan hendaknya tidak lebih tinggi dari residu maksimum yang ditemukan dari monitoring tersebut, sekalipun residu maksimum tersebut masih jauh lebih rendah dari pada residu yang berdasarkan penilaian data toksikologi dianggap aman. sebaliknya apabila residu yang ditemukan dari monitoring lebih tinggi dari pada batas residu yang dianggap aman, maka perlu diketahui faktor penyebabnya terutama dari aspek penggunaan pestisida oleh petani.

Toleransi residu perlu ditetapkan dengan memperhatikan pula data percobaan residu. Oleh karena itu percobaan residu perlu diadakan untuk mengetahui residu yang tertinggal pada tanaman saat dipanen sebagai akibat aplikasi pestisida untuk mengendalikan hama sasaran pada tanaman-

tersebut. Residu maksimum yang ditemukan dari percobaan tersebut dapat ditetapkan sebagai toleransi residu apabila residu tersebut lebih rendah dari pada batas yang dianggap aman. Untuk menghemat waktu, tenaga dan biaya disarankan agar percobaan residu tersebut dilaksanakan dalam hubungan dengan percobaan efikasi untuk pendaftaran.

#### 4. Penyuluhan

Usaha untuk menghindarkan timbulnya masalah yang diakibatkan oleh residu pestisida pada produk sayuran dan tanaman lainnya pada akhirnya sangat ditentukan oleh kesadaran, sikap, pengetahuan dan keterampilan petani dan masyarakat lainnya termasuk konsumen sendiri. Oleh karena itu agar semua yang bersangkutan dengan masalah tersebut dapat berperan sebagaimana yang diharapkan, perlu dilakukan penyuluhan.

Penyuluhan kepada petani sebagai pemakai pestisida perlu sekali ditingkatkan dalam usaha mengendalikan residu pada produk tanaman yang dihasilkan petani. Usaha meningkatkan kesadaran petani mengenai pentingnya masalah residu harus disertai dengan usaha memberikan pengetahuan tentang konsep penggunaan pestisida dan meningkatkan keterampilan menggunakan pestisida yang tidak mengakibatkan kerusakan pada lingkungan. Kegiatan-kegiatan penyuluhan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani mengenai penggunaan pestisida hendaknya dilakukan dalam rangka penyuluhan

mengenai perlindungan tanaman berdasarkan konsep pengendalian hama terpadu. Di samping pengetahuan teknis penggunaan pestisida, petani perlu pula diberi penyuluhan mengenai peraturan lain yang berhubungan dengan masalah residu pestisida.

Penyuluhan kepada konsumen kiranya dapat dilakukan agar konsumen bersikap hati-hati dan membiasakan diri dengan cara mengupas atau mencuci bahan makanan mentah dengan sebaik-baiknya dan memasaknya dengan sempurna sebelum makanan tersebut dimakan. Diketahui bahwa cara-cara tersebut dapat menghilangkan atau mengurangi residu jenis-jenis pestisida tertentu pada jenis-jenis produk tanaman tertentu.

#### IV. PENGARUH SAMPING PESTISIDA

Insektisida adalah senyawa beracun yang mempunyai sifat residu dan persisten, maka kemungkinan akan timbulnya pengaruh samping yang akan membahayakan terhadap manusia serta pencemaran lingkungan selalu ada. Tanaman hortikultura khususnya sayuran mendapat perlakuan yang intensif dengan insektisida, akan memberikan peluang yang cukup besar sebagai sumber dari pengaruh samping yang membahayakan.

Dalam rangka meningkatkan produksi sayuran, penggunaan insektisida masih merupakan hal yang belum dapat diabaikan, karena tanpa penggunaan insektisida sulit untuk memperoleh hasil yang tinggi.

Terlepas dari keuntungan yang didapat dari penggunaan insektisida dalam meningkatkan produksi sayuran, tak dapat dipungkiri bahwa insektisida juga memiliki kelemahan. Pada saat kita membanggakan insektisida, pada saat itu pulalah berbagai masalah akan menanti di hadapan kita. Masalah penggunaan insektisida yang dihadapi di bidang sayuran tidak ada bedanya dengan masalah yang dihadapi di bidang pertanian umumnya yaitu pengaruh sampingnya terhadap lingkungan.

##### 1. Pengaruh terhadap hama

###### a. Resistensi hama

Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan pestisida ialah timbulnya resistensi jasad pengganggu terhadap senyawa yang diberikan. Dengan kata

lain, resistensi menyebabkan suatu jasad pengganggu dapat menjadi tahan atau kebal atau tidak mempan lagi terhadap pestisida yang digunakan. Keadaan ini biasanya terjadi akibat penggunaan satu jenis pestisida secara terus menerus dalam waktu yang lama. Akibat dari timbulnya resistensi hama ini, maka biaya untuk mengendalikan jasad pengganggu menjadi meningkat kerana dosis yang biasa digunakan harus ditingkatkan atau senyawa kimianya harus diganti. Jenis pestisida yang biasa digunakan terpaksa diganti untuk mencegah terjadinya resistensi lebih lanjut. Keadaan seperti ini tentu akan mendatangkan kerugian kepada petani karena dibutuhkan biaya yang lebih besar untuk mengendalikan jasad pengganggu ini. Resistensi yang timbul pada jasad pengganggu bukan merupakan hal yang baru, tetapi telah diketahui beberapa dekade lalu bahkan sebelum ditemukan insetisida yang ampuh sebelum tahun empat puluhan, tujuh kasus resistensi terhadap insektisida model lama sudah diketahui. Resistensi serangga bersisik dari San Jose tahun 1914 terhadap penyemprotan kapur sulfat, resistensi serangga bersisik merah dari California tahun 1916, sisik hitam tahun 1916 dan citricola bersisik tahun 1938 terhadap fumigasi HCN, resistensi larva ngengat codling tahun 1928 terhadap penyemperotan arsenik, resistensi larva ulat pengebo tahun 1942 terhadap phenothiazine dan resistensi Citrus thrips terhadap penyemprotan tartar emetic-sucrose tahun 1942. Kasus toleransi terhadap DDT yang pertama dilaporkan terjadi di

Swedia tahun 1946. Dalam waktu 20 tahun, 224 spesies serangga dan akarina tercatat resisten terhadap satu atau lebih kelompok insektisida, 127 di antaranya merupakan hama penting di bidang pertanian dan 97 lainnya adalah hama di bidang peternakan. Pada tahun 1975, 75 % dari serangga hama pertanian yang paling berbahaya di California meningkat daya tahannya terhadap paling sedikit satu macam insektisida utama dan kenyataannya sebagian meningkat daya tahannya terhadap dua atau lebih insektisida.

Hasil penelitian efikasi beberapa insektisida terhadap hama Plutella xylostella pada tanaman kubis di Lembang, menunjukkan bahwa beberapa jenis insektisida seperti Diazinon dan Supracide yang sudah lama digunakan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan kontrol (tanpa penyemprotan). Meskipun demikian tentunya penelitian-penelitian serupa perlu dilanjutkan dan diulangi untuk mendapatkan data yang lebih akurat untuk memastikan bahwa hama tersebut betul-betul sudah resisten terhadap insektisida.

Mekanisme terjadinya kekebalan dapat terjadi melalui beberapa cara diantaranya perubahan asetilcholinesterase, menurunnya penyerapan, kekebalan terhadap pengatur pertumbuhan, kekebalan terhadap piretroid, kekebalan metabolisme terhadap organofosfat dan karbamat serta kekebalan terhadap insektisida berkhlor. Terhadap enzim asetilcholinesterase (AChE) penelitian yang dilakukan

terbatas pada insektisida organofosfat dan karbamat yang toksisitasnya mempengaruhi enzim tersebut. Bukti yang jelas pertama kali diperoleh mengenai kekebalan terhadap insektisida organofosfat dan karbamat pada tungau Tetranychus witicæe. Penelitian genetika menunjukkan bahwa mekanisme kekebalan ini dikendalikan oleh gen tunggal dominan.

Telah dibuktikan bahwa penyerapan insektisida oleh kulit serangga bertambah sesuai dengan derajat kekutuban (polarity). Akan tetapi penurunan penyerapan dapat terjadi dan merupakan mekanisme kekebalan. Mekanisme ini belum dapat dijelaskan secara pasti akan tetapi larva Heliothis zea yang lebih tua dilaporkan lebih kebal dibandingkan dengan yang masih muda.

Kekebalan metabolisme terhadap organofosfat dan karbamat umumnya melalui beberapa enzim antara lain karboksilase, aril transferase, oksidase mikrosom dan interaksi gen-gen kekebalan.

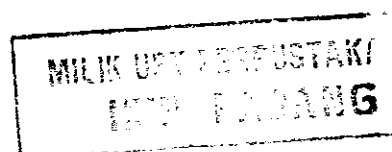
Peningkatan resistensi dalam suatu populasi organisme adalah hal yang umum dan logis sebagai reaksi evolusi menghadapi suatu tekanan. Tanpa kemampuan yang memadai untuk menghindar dengan cepat dan beradaptasi terhadap perubahan iklim dan lingkungan yang tiba-tiba dan drastis, serangga tidak akan pernah mendominasi dunia binatang seperti yang terjadi selama beribu-ribu tahun.

Ketika suatu populasi besar organisme dihadapkan pada tekanan tertentu seperti bahan kimia beracun, ka-



dang-kadang satu atau beberapa individu dapat tetap hidup sementara sisa populasi tersebut semuanya terbunuh. Ini mungkin berhubungan dengan beberapa faktor fisik seperti terlindung dari kontak dengan bahan kimia toksik atau lainnya. bagaimanapun juga individu-individu yang bertahan hidup mungkin juga merupakan akibat dari satu atau lebih perubahan genetik yang menyebabkan mereka lebih tahan terhadap senyawa beracun. Contoh dari sifat ini meliputi kemampuan untuk memproduksi enzim detoksifikasi, mekanisme tingkah laku yang mencegahnya berhadapan dengan bahaya-bahaya yang fatal, epidermis yang sedikit permeabel atau sifat-sifat lain yang merupakan gabungan dari sifat-sifat di atas. Karena hanya individu-individu yang memiliki sifat-sifat perlindungan ini yang akan bertahan hidup, maka sangat mudah dipahami bahwa generasi berikutnya akan memiliki organisme yang resisten terhadap pestisida dalam persentase yang lebih besar. Jika setiap generasi dihadapkan pada bahan kimia beracun, maka hanya dalam jangka waktu yang cepat terdapat banyak sekali individu yang resisten dalam suatu populasi.

Seringkali sifat yang menyebabkan resisten terhadap satu jenis pestisida seperti misalnya epidermis yang sedikit permeabel atau kemampuan detoksifikasi terhadap racun tertentu, menyebabkan hama juga resisten terhadap bahan pestisida lainnya, sehingga masalah menjadi sulit.



b. Resurjensi hama target

Timbulnya kekebalan pada hama-hama tertentu akan menimbulkan kebangkitan kembali hama-hama ini yang tadinya untuk waktu tertentu sudah dapat dikendalikan. Setelah penyemprotan dengan insektisida kimia baru yang lebih ampuh untuk mengendalikan hama, para petani memperhatikan bahwa populasi hama yang disemperot akan menurun dengan cepat dan secara tiba-tiba justru meningkat lebih tinggi dari jumlah sebelumnya. Gejala kebangkitan ini merupakan gejala alamiah yang menjadi salah satu ciri proses evolusi biologi.

Resurjensi hama terjadi karena insektisida sebagai racun berspektrum luas dan juga membunuh musuh alami. Musuh alami yang bertahan hidup setelah penyemprotan insektisida seringkali mati kelaparan karena populasi hama untuk sementara waktu terlalu sedikit, sehingga makanan tidak tersedia dalam jumlah yang cukup. Keadaan tersebut menyebabkan mereka terpaksa bermigrasi ke lahan lain untuk mencari makanan atau juga mungkin terjadi penundaan reproduksi karena terjadinya kekurangan makan. Di sisi lain, serangga hama akan berada pada kondisi yang lebih baik dari sebelumnya yang mana sumber makanan mereka tersedia dalam jumlah yang cukup dan tidak adanya musuh alami yang membatasi pertumbuhan mereka.

### c. Timbulnya Hama Sekunder

Penggunaan satu jenis pestisida dalam jangka lama dapat mengakibatkan munculnya hama yang semula tidak berarti menjadi hama utama. Keadaan tersebut dapat terjadi seandainya hama yang tidak berarti itu menjadi lebih resisten terhadap insektisida dibandingkan dengan terhadap hama utama, musuh-musuh alami seperti predator dan parasit berkurang akibat penggunaan insektisida dan faktor lain yang menguntungkan untuk berkembang biak.

Contoh kasus ledakan hama sekunder terjadi dengan penyemprotan DDT di California untuk mengendalikan hama tanaman jeruk jenis lain yang menyebabkan ledakan hama bersisik bantalan kapas. Hama bersisik kapas seperti diterangkan sebelumnya tetap terkendali secara biologis sampai tahun 1890 ketika kumbang vedalia dan serangga parasit didatangkan dari Australia dan dikembangkan di perkebunan jeruk California. Musuh alami ini dapat menjadi pengendali efektif sehingga hama bersisik bantalan kapas hampir dilupakan. Kehadirannya kembali menjadi menyakitkan, yaitu ketika kumbang vedalia ternyata rentan terhadap DDT dan karena itu serangga bersisik, lepas dari pengendalian biologis selama hampir 60 tahun kembali menyebabkan malapetaka di kebun jeruk di mana DDT digunakan. Sampai pada akhirnya, penggunaan DDT diatur dan populasi kumbang vedalia kembali mantap di kebun jeruk tersebut, maka serangga bersisik bantalan kapas berhenti menjadi hama.

Kasus yang terjadi di Philipina merupakan contoh lain yang cukup baik dalam hal ini. Di negara ini, hama kubis Dellis sp merupakan hama utama. Setelah penggunaan senyawa sintetik, kedudukan hama ini digantikan oleh Plutella yang sebelumnya bukan merupakan hama penting.

Penyemrotan dengan interval waktu yang pendek dan dosis yang tinggi oleh petani sayuran dapat mengakibatkan terbunuhnya parasit dan predator dari serangga hama tertentu dan keadaan demikian akan mendorong munculnya hama baru. Dengan demikian, maka tindakan pengendalian suatu hama perlu mempertimbangkan kaitannya dengan serangga lain yang mulanya tidak berarti, tetapi mungkin menjadi hama penting di kemudian hari.

## 2. Pengaruh terhadap hewan Invertebrata Darat

Insektisida yang digunakan oleh petani dalam pengendalian hama umumnya mempunyai sifat "broad spectrum". Dengan demikian insektisida tersebut akan berpengaruh pula terhadap hewan invertebrata lain yang bukan sasaran.

Berdasarkan habitatnya, invertebrata dalam ekosistem pertanian tersebar dari pucuk daun sampai akar, baik di dalam tanah maupun di dalam air. Menurut fungsinya jenis-jenis invertebrata dalam ekosistem pertanian dapat pula bertindak sebagai mangsa, pemangsa (predator) atau parasit. Pemangsa atau parasit di suatu tingkat mungkin menjadi mangsa di tingkat lainnya. Walaupun telah disadari dan diterka bahwa dalam ekosistem pertanian di daerah tropika

invertebrata menyusun keanekaragaman yang tinggi pula. Sampai sekarang belum diketahui secara pasti dan rinci pola keanekaragamannya.

Invertebrata yang menghuni ekosistem pertanian tidak selalu hidup dengan cara memakan tanaman pertanian. mereka mungkin hidup dari memangsa atau memarasit invertebrata lainnya atau hidup dari jasad lainnya, misalnya spora atau tepung sari yang terdapat pada permukaan tanaman, madu pada bunga tanaman pertanian atau tumbuhan lainnya dan bahan organik ditempat tersebut. Jenis-jenis invetebrata yang mempunyai fungsi tertentu di suatu bentuk ekosistem pertanian ini belum tentu mempunyai fungsi yang sama di ekosistem pertanian yang lain. Pengunjung bunga di suatu bidang tanah pertanian mungkin memarasiti invertebrata atau hewan lainnya di tanah pertanian lain. Pemangsa di tanah pertanian yang satu mungkin berfungsi sebagai mangsa di tanah pertanian yang lain dan begitu seterusnya.

Di samping perbedaan fungsi, jenis yang sama di bentuk tanah pertanian yang berbeda, karena kebanyakan jenis-jenis invertebrata mengalami pergantian stadium, maka jenis invertebrata yang sama pada suatu areal lahan, mungkin mempunyai fungsi yang berbeda. Jenis pemakan daun dalam bentuk larva, mungkin berfungsi sebagai penyerbuk dalam bentuk dewasa misalnya pada kupu-kupu. Janis pemakan bangkai dalam bentuk larva, mungkin hidup di sisa-sisa bahan organik nabati dalam bentuk dewasa jantan. Pada invertebrata, perubahan fungsi

karena stadium ini adalah sangat umum dan beraneka ragam terutama pada serangga.

Ekosistem pertanian meliputi juga unsur-unsur fisik seperti tanah dan air. Invertebrata tanah dan air juga berperan dalam jalinan ekosistem pertanian. Invertebrata tanah dan air mempunyai keanekaragaman dalam cara hidupnya, yaitu mulai dari yang memakan bagian tumbuhan hidup yang terdapat dalam tanah atau air sampai bagian binatang lain yang terdapat di dalam keduanya. Karena fungsi ini, maka invertebrata sangat besar peranannya dalam menyuburkan tanah dengan jalan menghancurkan partikel-partikel yang besar menjadi lebih kecil, sehingga dapat dengan mudah dihancurkan selanjutnya oleh jasad renik.

Invertebrata tanah dan air yang terdapat di lahan pertanian ini dapat terbunuh akibat kontak langsung dengan insektisida atau juga dapat mengakibatkan menurunnya kesuburan serta meningkatkan mortalitas telur parasit. Sedangkan pengaruh tidak langsung dari penggunaan insektisida yaitu menurunnya populasi hewan tersebut. Hal ini dapat terjadi bila penyemprotan dilakukan pada saat tanaman berbunga atau dapat terjadi karena partikel insektisida yang disemprotkan mengenai bunga-bunga tanaman di sekitarnya yang kebetulan disukai oleh hewan tersebut.

Walaupun pestisida yang digunakan dalam pengendalian hama sudah disaring, namun pengaruh samping terhadap jenis-jenis invertebrata tetap akan terjadi. Penimbunan senyawa-

senyawa pestisida yang relatif stabil sering membunuh binatang-binatang yang bukan sasaran.

Insektisida yang banyak digunakan yaitu dari golongan hidrokarbon berkhlor dan organofosfat. Golongan pertama seperti DDT, aldrin, dieldrin dan heptakhlor terkenal tahan lama. Kebanyakan senyawa hidrokarbon berkhlor menyebabkan penurunan populasi tungau pemangsa. Aldrin serta derivatnya dan aldrin menyebabkan penurunan populasi tungau, Collembola dan larva serangga. Meskipun hidrokarbon berkhlor sedikit pengaruhnya terhadap cacing tanah dan nematoda, namun butakhlor sangat besar pengaruhnya dalam menurunkan populasi hewan tersebut.

Pestisida organosfosfat dan karbamat seperti parathion, sevin dan diazinon menyebabkan penurunan populasi fauna tanah, sedangkan chlovinphos mengganggu keseimbangan pemangsa-pemangsa seperti dilakukan oleh DDT dan BHC, yaitu dengan mengurangi populasi tungau pemangsa dan meningkatkan populasi Collembola dan kelompok mangsa lainnya. Pengaruh ini biasanya hanya untuk sementara dan pemulihan keadaan berlangsung relatif cepat dibandingkan dengan penggunaan pestisida organokhlorin.

### 3. Pengaruh Insektisida Terhadap Biota Perairan

Selain meracuni serangga, umumnya insektisida juga meracuni hewan lain termasuk yang menghuni perairan. Walaupun daya racun senyawa tersebut tetap lebih tinggi terhadap serangga dibandingkan dengan hewan lainnya, namun penggunaan

pestisida yang tidak cermat dapat mengakibatkan terbunuhnya hewan bukan sasaran termasuk biota perairan seperti zooplankton dan hewan air lainnya.

Daya tahan zooplankton terhadap pengaruh insektisida sangat bervariasi, meskipun umumnya selang variasinya lebih sempit dibandingkan dengan ikan. Nilai TLm-24 jam (konsentrasi bahan uji di mana 50 % populasi hewan uji masih hidup dalam waktu 24 jam) endrin terhadap Moina macrocapa adalah 3,2 ppm dan 0,056 ppm untuk TLm-48 jam. Kisaran daya racun insektisida terhadap Daphnia sp sangat luas yaitu dari 0,4 ppb untuk parathion sampai 460 ppb untuk lindane. Insektisida yang tinggi daya racunnya terhadap Daphnia sp ialah parathion, DDT dan malathion. Sedang yang rendah daya racunnya ialah lindane, dieldrin dan diazinon. Artemia sp mati setelah 5 hari dalam perairan yang mengandung 0,01 ppm DDT. Kolam yang mendapat perlakuan 1 liter diazinon per hektar luas permukaan air, akan menurunkan populasi zooplankton sebanyak 70 % setelah 24 jam dari saat perlakuan.

Penyemprotan yang dilakukan di hutan dengan DDT yang kemudian terbawa aliran air ke Sungai Salmon menyebabkan matinya serangga air dengan hebat. Setelah berulang kali mengalami pencemaran DDT, beberapa jenis populasi insekta air tersebut jumlahnya menjadi sedikit dalam beberapa tahun, tetapi insekta Chironomidae dan serangga kecil lainnya dapat berkembang kembali pada tahun penyemrotan itu juga.

Dalam kolam yang mendapat perlakuan 1 liter diazinon mengakibatkan menurunnya populasi jasad hewan perairan yang



menempel pada suatu substrat, tetapi seminggu kemudian populasinya telah meningkat kembali. Penelitian lain yang dilaporkan oleh Sastrodihardjo dan Umar bin Jusoh (1975) menunjukkan bahwa, tamaron tidak mempengaruhi perkembangan Collembola dan Acarina, tetapi mempengaruhi Oligocheta. Endrin dengan konsentrasi 0,01 % mempengaruhi perkembangan Acarina dan Oligochaeta tetapi tidak mempengaruhi Collembola. Diazinon dengan konsentrasi 0,12 pp bahan aktif mempengaruhi perkembangan populasi Chironomus sp, tetapi tidak mempengaruhi Oligochaeta yang hidup di kolam. Kerang dewasa yang dimasukkan ke dalam air yang mengandung aldrin 1 ppm selama satu minggu kemudian dipindahkan ke air bersih, mengakibatkan pertumbuhannya menurun sebesar 95 %. Perkembangan telur kerang terhambat 70 % setelah dimasukkan ke dalam air yang mengandung 1 ppb aldrin dan perkembangannya terlambat 50 % setelah berada dalam toxaphene 1 ppb selama 7 hari. Kerang yang dipelihara dalam perairan yang mengandung DDT, toxaphene dan paration' dengan konsentrasi masing-masing 3 ppb selama 2 tahun, cenderung menjadi peka terhadap penyakit. Sedangkan penelitian lain juga mengungkapkan bahwa insektisida sevin lebih beracun terhadap udang dibandingkan dengan siput. Daya racun sevin ialah 30 sampai 300 kali lipat dari pada daya racun 1-naphtanol (turunan sevin) terhadap udang, tetapi lebih rendah dari pada daya racun 1-naphtanol terhadap siput dan ikan.

Ikan umumnya lebih tahan terhadap pengaruh insektisida dibandingkan dengan zooplankton dan invertebrata (makro)

perairan, tetapi selang variasinya lebih besar. Daya tahan ikan terhadap pestisida bervariasi menurut jenis dan ukuran (umur) ikan serta jenis bahan insektisidanya. Terdapat kecenderungan bahwa makin besar ukuran ikan makin tinggi daya tahannya.

Ikan mujair, tawes dan ikan mas yang dipelihara dalam akuarium yang masing-masing tanpa lumpur dan mendapat perlakuan 0,1 gama BHC mengalami kematian yang tinggi. Tetapi dalam akuarium berlumpur, derajat kematian ikan-ikan tersebut menurun sangat nyata. Ikan mas dengan ukuran 1 - 3 cm yang dipelihara di sawah bersama padi dan mendapat perlakuan 1,0, 2,2, 2,8 dan 2,8 liter diazinon-60 EC yang disemprot 4 kali dengan selang waktu 20 hari, tidak menyebabkan kematian maupun terlambat pertumbuhannya.

Endrin merupakan insektisida yang paling tinggi daya racunnya terhadap ikan. Daya racun insektisida organofosfat terhadap ikan juga tinggi, tetapi daya racun organokhlorida lebih tinggi lagi dibandingkan dengan organofosfat.

Insektisida organofosfat mempunyai pengaruh yang menyebabkan tidak aktifnya enzim asetilcholinesterase di dalam sistem saraf ikan, dengan demikian menimbulkan gangguan pada transmisi rangsangan saraf. Meskipun demikian ikan masih mempunyai kemampuan untuk menghasilkan dan mengaktifkan kembali enzim tersebut setelah ikan dipindahkan dari perairan yang mengandung insektisida pengganggu cholinesterase ke perairan bersih. Kecepatan terjadinya pengaruh organofosfat dan sebaliknya, kecepatan terjadinya penyembuhan, setelah

aktifnya kembali enzim asetilkholinesterase menetralkan pengaruh pengaruh insektisida organofosfat sangat bervariasi. Derajat gangguan cholinesterase di otak (ikan) tergantung pada konsentrasi insektisida organofosfat, lama kontaminasi dan sifat dasar insektisida yang bersangkutan. Gangguan saraf dan penyembuhan dengan insektisida malathion cepat terjadi, sedangkan kontaminasi dengan parathion dalam jangka waktu yang sama, mengakibatkan gangguan saraf pada ikan dengan derajat yang lebih rendah, akan tetapi penyembuhannya sangat lambat dan ikan yang bersangkutan akan mati apabila setelah beberapa hari baru dipindahkan dari perairan yang terkontaminasi itu.

Ikan mempunyai kemampuan untuk mengadakan reaksi apabila perairan tempat hidupnya terkena pencemar beracun seperti pestisida. Reaksi fisiologi ikan terhadap pengaruh insektisida yang konsentrasinya tinggi, pada umumnya mulai terlihat setelah 30 sampai 60 menit sejak saat masuknya insektisida ke dalam perairan. Pada konsentrasi rendah, reaksi fisiologi itu mulai terlihat dalam jangka waktu yang lebih lama lagi.

Gejala umum yang terlihat pada ikan yang terkena pencemar insektisida berdaya racun kuat ialah adanya gerakan yang resah yang diikuti dengan gerakan yang cepat tidak menentu bahkan sering meloncat-loncat, hilangnya keseimbangan, daerah sekitar perut membengkak, terlihat adanya kulit yang rusak mengelupas dan akhirnya ikan akan mati. Akan tetapi, dalam insektisida berdaya racun rendah misalnya BHC, gejala keracunan seperti itu tidak terlihat. Ikan yang

terkena insektisida tersebut perlahan-lahan tenggelam dan mati di dasar perairan.

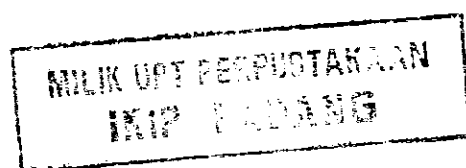
#### 4. Pengaruh terhadap kesehatan manusia

Untuk mendapatkan gambaran jumlah korban keracunan pestisida di Indonesia secara akurat amat sulit. Hal ini disebabkan belum ada sistem pelaporan dan monitoring yang sistematis dan periodik. Biasanya gambaran dampak kesehatan diperoleh secara insidental yang tidak dilaksanakan secara sistematis. Meskipun demikian dampaknya pestisida terhadap kesehatan dapat digambarkan sebagai berikut ;

##### a. Keracunan Akut Pestisida

Seperti halnya negara-negara berkembang lainnya misalnya Malaysia, Thailand dan India, laporan-laporan korban keracunan akut pestisida selalu tidak menggambarkan keadaan sebenarnya.

Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Kesehatan tahun 1973, pernah mengumpulkan data nasional yang mendapatkan angka 632 kasus keracunan akut dengan angka kematian 0-100 %. Angka kematian tinggi terjadi pada daerah dengan fasilitas transportasi dan Rumah sakit kurang memadai, seperti di Nusa Tenggara. Akan tetapi diduga angka tersebut tidak menggambarkan angka sesungguhnya. Diduga korban jauh lebih tinggi dengan angka kematian yang cukup tinggi pula. Penyebab keracunan



diduga akaibat makanan yang terkontaminasi oleh pestisida.

Data yang dikumpulkan dari 13 Rumah sakit di Jakarta, menunjukkan bahwa pada tahun 1976 didapatkan angka 105 korban dengan kasus fatal sebanyak 7,6 %. Kasus-kasus keracunan akut sering dijumpai oleh Subdit Pengamanan Pestisida Direktorat PLP Depkartemen Kesehatan. Kasus Kikim yang terjadi di Tebing Tinggi Sumatera Selatan misalnya, dari 44 orang yang keracunan meninggal 4 orang. Di antara koeban adalah bayi umur 1 tahun yang sedang disusui ibunya yang sedang bekerja dengan herbisida. Hasil survey yang dilaporkan pada tahun 1987 oleh peneliti lain di Yogyakarta menunjukkan, bahwa ditemukan sekitar 828 korban keracunan akut pestisida dengan angka kematian 0-20 %

Analisis epidemiologi penderita keracunan akut pestisida dari berbagai provinsi di Jawa dan Bali menunjukkan beberapa temuan yang menarik. Penyebab terbanyak mengenai masalah keracunan akut pestisida adalah karena sebab bunuh diri. Dari 1267 kasus yang berhasil diteliti dari berbagai rumah sakit di Jawa dan Bali, 49,17 % masalah keracunan akut pestisida adalah masalah pekerjaan khususnya petani. Di samping itu ditemukan pula kasus-kasus korban golongan umur balita sebanyak 3 %. Angka kematian pada kasus yang fatal dijumpai antara 0,87 - 5,29 % 0, serta umumnya penderita di rawat rata-rata antara 2-3 hari.

Dari berbagai penelitian kasus-kasus penderita keracunan akut, tidak dapat diambil kesimpulan tentang kecenderungan apakah meningkat, menurun atau tetap. Tidak adanya pengumpulan data yang sistematis yang menjangkau seluruh wilayah tertentu, sulit untuk melakukan analisis kecenderungan. Meski demikian dapat dikatakan jumlahnya secara proposional relatif kecil dibandingkan dengan keracunan tingkat sedang.

#### b. Keracunan tingkat sedang.

Korban keracunan tingkat sedang umumnya merupakan pekerja yang menggunakan pestisida seperti petani, penyemprot hama, pengecer pestisida, pekerja pabrik pestisida dan lain-lain. Umumnya para koerban tingkat sedang tidak memberi gejala spesifik, namun jumlahnya amat banyak.

Eram Sukarno (1977) di Yogyakarta dan Subdit Pengamanan Pestisida telah melakukan penelitian di berbagai provinsi di Indonesia misalnya di Bali. Achmadi (1985) juga telah melakukan penelitian di wilayah kabupaten Banyumas. Dari semua yang diperiksa, jumlah penderita keracunan tingkat sedang berkisar antara 5 - 20 %.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi derajat rendahnya pemaparan bila seorang bekerja menyemprot pestisida yaitu tinggi rendahnya tanaman, pengalaman petani, pelatihan yang pernah diikuti, umur petani dan tingkah laku. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa

adanya hubungan yang erat antara kadar hemoglobin dengan risiko terhadap pengaruh pestisida. Makin rendah kadar hemoglobin, makin tinggi risiko terhadap pengaruh pestisida. Dengan demikian, penderita anemia dan wanita sebaiknya tidak menggunakan (penyemprot) pestisida khususnya golongan karbamat dan organofosfat.

Sampai tahun 1990, penelitian terhadap pekerja atau penduduk yang memiliki riwayat kontak dengan pestisida telah banyak dilakukan. selain mudah melakukannya, juga mudah mendapatkan kasusnya.

Dari berbagai penelitian tersebut didapat gambaran prevalensi keracunan tingkat sedang yakni antara 8,5-50%. dengan demikian dapat diperkirakan prevalensi angka keracunan tingkat sedang pada para petani Indonesia bisa mencapai angka puluhan juta pada musim penyemprotan, karena pestisida digunakan oleh jutaan petani.

### c. Keracunan Tingkat Samar

Penderita kelompok tingkat samar, menerima paparan pestisida dari lingkungan maupun residu dalam makanan, seperti sayuran dan produk tanaman lainnya. Penelitian residu pestisida dalam makanan dan sayuran telah menunjukkan bukti adanya residu pestisida dalam bahan tersebut. berbagai temuan menunjukkan adanya kandungan residu tersebut dalam jumlah yang cukup tinggi, bahkan melebihi angka ADI (Allowable Daily Intake). Meskipun dampaknya sulit untuk diramalkan dan dideteksi, namun keadaan tersebut perlu diperhatikan oleh berbagai pihak terutama bila pestisida mempunyai dampak kumulatif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U.F. 1992. Pengaruh Pestisida Terhadap Kesehatan Masyarakat di Indonesia. Serasi. Nomor 25.
- Adisoemarto, S., M. Amir, A. Rahayu, W. Anggraitoningsih dan Y. Rahayuningsih. 1977. Pengaruh Samping Pestisida Terhadap Hewan Invertebrata Bukan Sasaran. Aspek Pestisida di Indonesia. Edisi khusus No. 3. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian, Bogor.
- Anonymous. 1983. Laporan Permasalahan dan Pelaksanaan Pengawasan Pestisida. KLH - Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran, Bandung.
- \_\_\_\_\_, 1990. Pestisida untuk Pertanian dan Kehutanan. Komisi Pestisida Departemen Pertanian.
- Budiono, R. 1988. Eksistensi dan Degradasi Residu Insektisi-Asefat serta Metamidofos Sebagai Hasil Metabolitnya pada Sawi (Brassica juncea L.). Tesis Pascasarjana ITB. Bandung.
- Dirjentan. 1981. Rekomendasi Pengendalian Hama Tanaman Pangan.
- \_\_\_\_\_. 1988 Petunjuk Umum Pelaksanaan Pengawasan Penggunaan Pestisida. Dirjen Pertanian Tanaman Pangan. Direktorat Perlindungan Tanaman., Jakarta.
- Ekha, I. 1988. Dilema Pestisida, Tragedi Revolusi Hijau. Kanisius, Yogyakarta.
- Eram, S dan Soekarno. 1977. Data Keracunan Pestisida Sebagai Hasil Pemeriksaan Laboratorium Kesehatan Yogyakarta (1972-1976); Proceeding Seminar Pestisida: Penggunaan dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan; Yogyakarta.
- KLH. 1990. Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Suatu Tinjauan. Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup- EMDI.
- Koeman, J.H. 1977. General Introduction in Environmental Toxicology. Course in Environmental Toxicology. Bandung.
- Koesnadi, H. 1992. Hukum Tata Lingkungan. Cetakan kesembilan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.



- Laksanawati, A., R.E. Soeriaatmadja dan Woodford. 1982. Efisiensi dan Pengaruh Samping Dari Penggunaan Insektisida pada Tanaman Hortikultura. Makalah pada Seminar Entomologi, Bandung.
- Nurmalah, L. 1992. Analisis Residu Insektisida dalam tomat (*Lycopersicum esculentum* L.), kubis (*Brassica oleraceae* Var. *Capitata* L.) dan wortel (*Daucus corota* L.) di Sentra Produksi Kecamatan Lembang-Cisarua, Pengalengan dan Kertasari, Kabupaten Bandung. Tesis Pascasarjana IPB.
- Oka, I.N. dan M. Soekardi. 1981. Dampak Lingkungan Penggunaan Pestisida Terutama Perkembangan Hama-hama Tanaman. Seminar Terbatas Pengaruh Pupuk dan Pestisida Terhadap Lingkungan. Lembaga Ekologi, Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Prawirosoemardjo, Sukirman, D. Sudarmadji, Harsono, Ingriani S.B. (editor). 1990. Perlindungan Tanaman. Penunjang Terwujudnya Pertanian Tangguh dan Kelestarian Lingkungan. PT. Agricon, Bogor.
- Prasojo, B.J. Petunjuk Penggunaan Pestisida. Penebar Swadaya.
- Sastrosiswojo, S. 1990. Pest Management of Selected Vegetable Crops for Indonesia. Makalah pada The Regional Workshop on Pest Management of Vegetables Cameron Highland, Malaysia 8-12 Oktober 1990.
- Sastroutomo, S.S. 1992. Pestisida. Dasar dan Dampak Penggunaannya. Gramedia, Jakarta.
- Sudarmo, S. 1988. Pestisida Tanaman. Kanisius.
- Untung, K. 1993. Konsep Pengendalian Hama Terpadu. Andi Offset, Yogyakarta.
- Wardojo, S.T.H. 1977. Pengaruh Pestisida Terhadap Kehidupan Perairan. Aspek Pestisida di Indonesia. Edisi khusus no. 3. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian, Bogor.