

**PESTISIDA : RESIDU DAN  
PENGARUH SAMPING PENGGUNAANNYA**



*Oleh*

**Azwir Anhar  
Irma Leilani Eka Putri  
Helendra**

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

**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

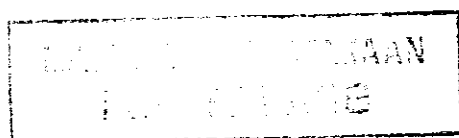
3. Peraturan Perundang-undangan .....	38
a. Peraturan tentang penggunaan pestisida.	38
b. Peraturan tentang residu pestisida ....	41
1) Data toksikologi .....	42
2) Pola konsumsi dan bentuk konsumsi ..	43
3) Monitoring residu .....	43
4. Penyuluhan .....	45
<b>IV. PENGARUH SAMPING PESTISIDA .....</b>	<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

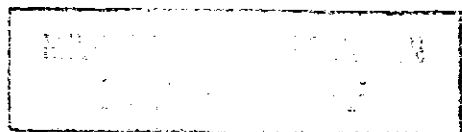
Pestisida secara umum dapat diartikan sebagai bahan kimia dan bahan lain yang digunakan untuk mengendalikan jasad pengganggu yang langsung maupun tidak merugikan kepentingan manusia. Pengertian jasad pengganggu tersebut tidak mencakup jasad renik dan jasad lain yang endoparasitik yang menjadi penyebab 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.

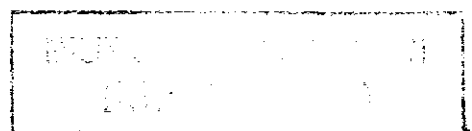
#### 4. Suspensi

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.

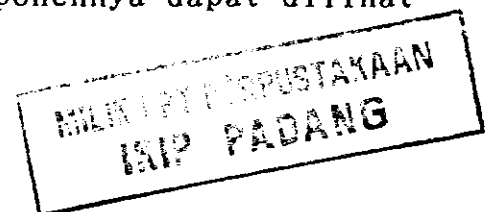
## 9. Gas

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 tanpaknya 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.

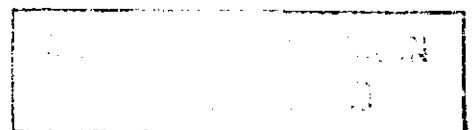
Soekardi dan Sumatera (1982) menyatakan bahwa yang dimaksud dengan residu insektisida adalah sisa komponen insektisida dan derivat-derivatnya yang masih tertinggal pada air, tanah, binatang atau tanaman yang pernah terkontaminasi oleh insektisida baik secara langsung maupun tidak.

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).