

BAB 8

TOKSISITAS PESTISIDA

Kompetensi Dasar:

1. Menjelaskan definisi pestisida
2. Menjelaskan fate pestisida
3. Menjelaskan klasifikasi pestisida
4. Menjelaskan residu pestisida di lingkungan

A. DEFINISI PESTISIDA

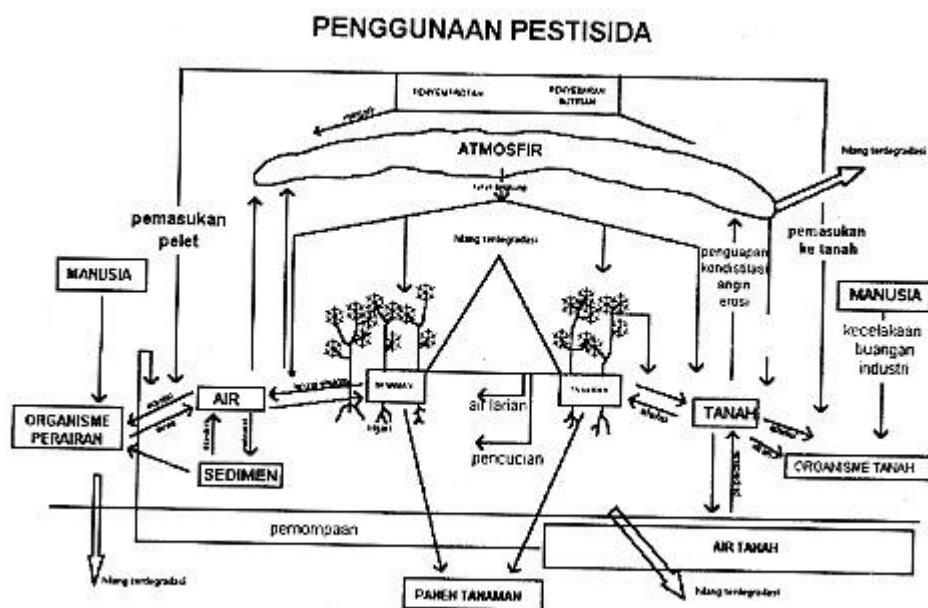
Pestisida berasal dari kata *pest* yang berarti hama dan *sida* berasal dari kata *caedo* berarti membunuh. Pestisida dapat diartikan secara sederhana sebagai pembunuh hama. Menurut *Food and Agricultural Organization* (FAO) 1986 dan Peraturan Pemerintah RI No.7 Tahun 1973, pestisida adalah campuran bahan kimia yang digunakan untuk mencegah, membasmi dan mengendalikan hewan/tumbuhan pengganggu seperti binatang pengerat, termasuk serangga penyebar penyakit, dengan tujuan kesejahteraan manusia. Pestisida juga didefinisikan sebagai zat atau senyawa kimia, zat pengatur tumbuh dan parangsang tumbuh, bahan lain, serta mikroorganisme atau virus yang digunakan untuk perlindungan tanaman (PP RI NO. 6 Tahun 1995). USEPA menyatakan pestisida sebagai zat yang digunakan untuk mencegah, memusnahkan, menolak atau memusuhi hama dalam bentuk hewan, tanaman dan mikroorganisme pengganggu.

Pestisida telah secara luas digunakan untuk tujuan memberantas hama dan penyakit tanaman dalam bidang pertanian. Pestisida juga digunakan dirumah tangga untuk memberantas nyamuk, kepinding, kecoa dan berbagai serangga pengganggu lainnya. Dilain pihak pestisida ini secara nyata banyak menimbulkan keracunan pada orang. Kematian yang disebabkan oleh keracunan pestisida banyak dilaporkan baik karena kecelakaan waktu menggunakannya, maupun karena disalah gunakan (untuk bunuh diri).

Dewasa ini bermacam-macam jenis pestisida telah diproduksi dengan usaha mengurangi efek samping yang dapat menyebabkan berkurangnya daya toksisitas pada manusia, tetapi sangat toksik pada serangga.

B. FATE PESTISIDA

Penggunaan pestisida dapat dilakukan dengan cara disemprot, ditabur, dioles dan lain-lain. Umumnya pestisida digunakan secara disemprot. Setelah dilakukan penyemprotan pestisida akan dapat berada di lingkungan, udara, tanah, air, tumbuhan dan manusia.



Gambar 8.1 Fate Pestisida

C. KLASIFIKASI PESTISIDA

Pestisida dapat digolongkan menurut penggunaannya dan disubklasifikasi menurut jenis bentuk kimianya. Dari bentuk komponen bahan aktifnya maka pestisida dapat dipelajari efek toksiknya terhadap manusia maupun makhluk hidup lainnya dalam lingkungan yang bersangkutan.

Tabel 8.1 Klasifikasi Pestisida

Klasifikasi	Bentuk Kimia	Bahan active	Keterangan	
1. Insektisida	Botani	Nikotine	Tembakau	
		Pyrethrine	Pyrrum	
		Rotenon	-	
	Carbamat	Organophosphat	Carbaryl	toksik kontak
			Carbofuran	toksik sistemik
			Methiocarb	bekerja pada lambung juga moluskisida
			Thiocarb	toksik kontak
			Dichlorovos	toksik kontak, sistemik
	Organochlorin	Organochlorin	Dimethoat	toksik kontak, sistemik
			Palathion	
			Malathion	toksik kontak
			Diazinon	toksik kontak
			Chlorpyrifos	kontak dan ingesti
			DDT	
			Lindane	kontak, ingesti
Dieldrin	persisten			
Eldrin	persisten			
Endosulfan	kontak, ingesti			
gammaHCH	kontak, ingesti			
Herbisida	Aset anilid Amida Diazinone Carbamate	Atachlor	Sifat residu	
		Propachlor		
		Bentazaone	Kontak	
	Triazine	Triazine	Chlorprophan	
			Asulam	
	Triazinone	Triazinone	Athrazin Metribuzine Metamitron	Toksin kontak
Fungisida	Inorganik	Bordeaux mixture	Protektan	
		Copper oxychlorid	Proteoktan	
		Mercurous chloride		
		Sulfur		
	Benzimidazole Hydrocarbon-phenolik	Thiabendazole Tar oil	Protektan, sistemik Protektan, kuratif	

1. Organophosphat

Lebih dari 50.000 komponen organophosphate telah disynthesis dan diuji untuk aktivitas insektisidanya. Tetapi yang telah digunakan tidak lebih dari 500 jenis saja dewasa ini. Semua produk organophosphate tersebut berefek toksik bila tertelan, dimana hal ini sama dengan tujuan penggunaannya untuk membunuh serangga. Beberapa jenis insektisida digunakan untuk keperluan medis misalnya fisostigmin, edroprium dan neostigmin yang digunakan untuk aktivitas kholinomimetik (efek seperti asetil kholin). Obat tersebut digunakan untuk pengobatan gangguan neuromuskuler seperti myastinea gravis. Fisostigmin juga digunakan untuk antidotum pengobatan toksisitas ingesti dari substansi antikholinergik (mis: trisyklik anti depressant, atrophin dan sebagainya). Fisostigmin, ekotiopat iodide dan organophosphorus juga berefek

langsung untuk mengobati glaucoma pada mata yaitu untuk mengurangi tekanan intraokuler pada bola mata.

a) Struktur komponen organophosphate

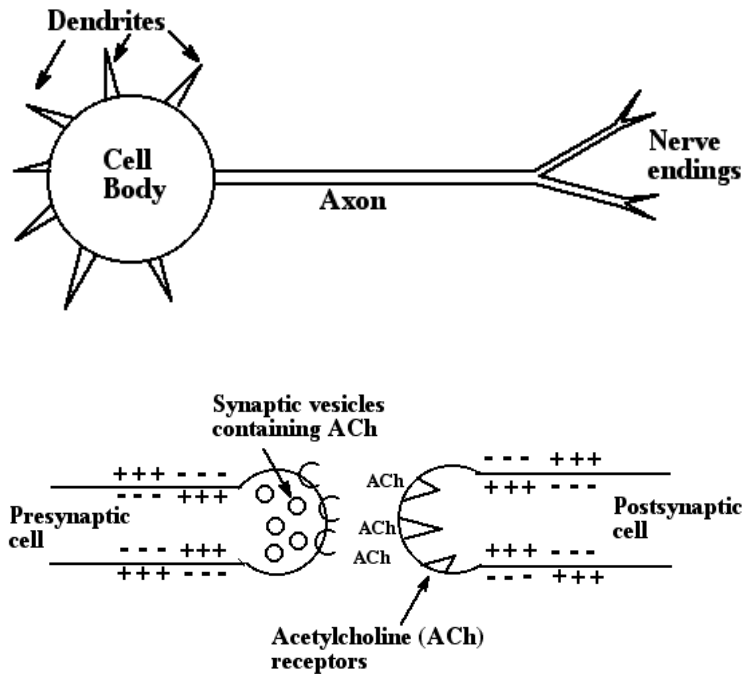
Organophosphat disintesis pertama di Jerman pada awal perang dunia ke II. Bahan tersebut digunakan untuk gas saraf sesuai dengan tujuannya sebagai insektisida. Pada awal synthesinya diproduksi senyawa tetraethyl pyrophosphate (TEPP), parathion dan schordan yang sangat efektif sebagai insektisida, tetapi juga cukup toksik terhadap mamalia. Penelitian berkembang terus dan ditemukan komponen yang poten terhadap insekta tetapi kurang toksik terhadap orang (mis: malathion), tetapi masih sangat toksik terhadap insekta..

Nama	Structure
Tetraethylpyrophosphate (TEPP)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{O}-\text{P}(=\text{O})-\text{OCH}_2\text{CH}_3 \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O} \qquad \qquad \qquad \text{OCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$
Parathion	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}-\text{P}(=\text{S})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2 \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O} \end{array}$
Malathion	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{O}-\text{P}(=\text{S})-\text{S}-\text{CH}(\text{COCH}_2\text{CH}_3)_2 \\ \text{CH}_3\text{O} \end{array}$
Sarin	$\begin{array}{c} \text{H} \qquad \text{O} \\ \qquad \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{P}-\text{F} \\ \qquad \\ \text{CH}_3 \qquad \text{CH}_3 \end{array}$

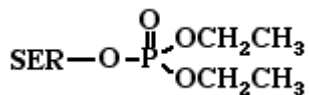
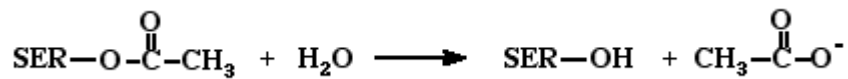
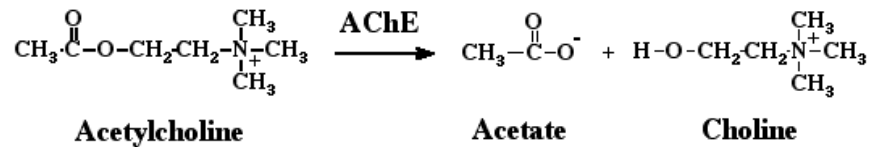
b) Mekanisme toksisitas

Organophosphat adalah insektisida yang paling toksik diantara jenis pestisida lainnya dan sering menyebabkan keracunan pada orang. Termakan hanya dalam jumlah sedikit saja dapat menyebabkan kematian, tetapi diperlukan lebih dari beberapa mg untuk dapat menyebabkan kematian pada orang dewasa. Organofosfat menghambat aksi pseudokolinesterase dalam plasma dan kolinesterase dalam sel darah merah dan pada sinapsisnya. Enzim tersebut secara normal menghidrolisis asetilcholin menjadi asetat dan kolin. Pada saat enzim dihambat, mengakibatkan jumlah asetilcholin meningkat dan berikatan

dengan reseptor muskarinik dan nikotik pada system saraf pusat dan perifer. Hal tersebut menyebabkan timbulnya gejala keracunan yang berpengaruh pada seluruh bagian tubuh.



Penghambatan kerja enzim terjadi karena organophosphate melakukan fosforilasi enzim tersebut dalam bentuk komponen yang stabil.



Pada bentuk ini enzim mengalami phosphorylasi.

Tabel 8.2. Nilai LD50 insektisida organofosfat

Komponen	LD50 (mg/Kg)
Akton	146
Coroxon	12
Diazinon	100
Dichlorovos	56
Ethion	27
Malathion	1375
Mecarban	36
Methyl parathion	10
Parathion	3
Sevin	274
Systox	2,5
TEPP	1

c) Gejala keracunan

Gejala keracunan organofosfat sangat bervariasi. Setiap gejala yang timbul sangat bergantung pada adanya stimulasi asetilkolin persisten atau depresi yang diikuti oleh stimulasi saraf pusat maupun perifer.

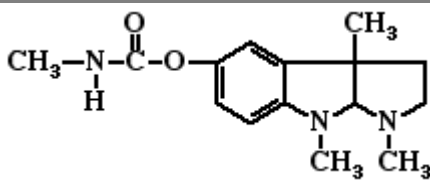
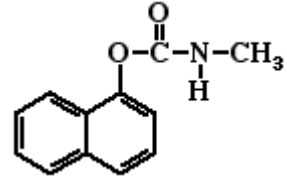
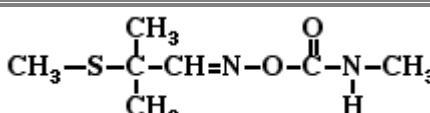
Tabel 8.3. Efek muskarinik, nikotinik dan saraf pusat pada toksisitas organofosfat.

Efek	Gejala
1. Muskarinik	<ul style="list-style-type: none"> - Salivasi, lacrimasi, urinasi dan diaree (SLUD) - Kejang perut - Nausea dan vomitus - Bradicardia - Miosis - Berkeringat
2. nikotinik	<ul style="list-style-type: none"> - Pegal-pegal, lemah - Tremor - Paralysis - Dyspnea - Tachicardia
3. sistem saraf pusat	<ul style="list-style-type: none"> - Bingung, gelisah, insomnia, neurosis - Sakit kepala - Emosi tidak stabil - Bicara terbata-bata - Kelemahan umum - Convulsi - Depresi respirasi dan gangguan jantung - Koma

Gejala awal seperti SLUD terjadi pada keracunan organofosfat secara akut karena terjadinya stimulasi reseptor muskarinik sehingga kandungan asetil kolin dalam darah meningkat pada mata dan otot polos.

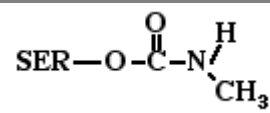
2. Carbamate

Insektisida karbamat telah berkembang setelah organofosfat. Insektisida ini biasanya daya toksitasnya rendah terhadap mamalia dibandingkan dengan organofosfat, tetapi sangat efektif untuk membunuh insekta.

Name	Structure
Physostigmine	
Carbaryl	
Temik	

Struktur karbamat seperti physostigmin, ditemukan secara alamia dalam kacang Calabar (calabar bean). Bentuk carbaryl telah secara luas dipakai sebagai insektisida dengan komponen aktifnya adalah Sevine^R.

Mekanisme toksitas dari karbamat adalah sama dengan organofosfat, dimana enzim achE dihambat dan mengalami karbamilasi.

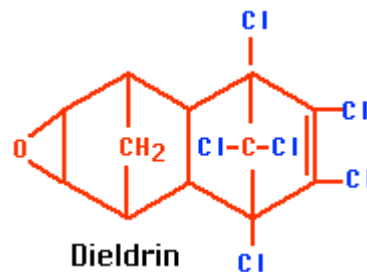
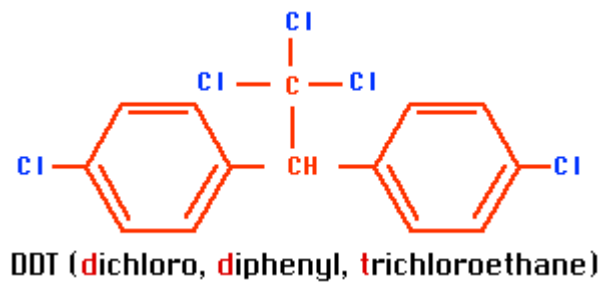
	Dalam bentuk ini enzim mengalami karbamilasi
---	--

3. Organochlorin

Organoklorin atau disebut "Chlorinated hydrocarbon" terdiri dari beberapa kelompok yang diklasifikasi menurut bentuk kimianya. Yang paling populer dan pertama kali disintesis adalah "Dichloro-diphenyl-trichloroethan" atau disebut DDT.

Tabel 8.4. Klasifikasi insektisida organoklorin

Kelompok	Komponen
Cyclodienes	Aldrin, Chlordan, Dieldrin, Heptachlor, endrin, Toxaphen, Kepon, Mirex.
Hexachlorocyclohexan	Lindane
Derivat Chlorinated-ethan	DDT



Mekanisme toksisitas dari DDT masih dalam perdebatan, walaupun komponen kimia ini sudah disintesis sejak tahun 1874. Tetapi pada dasarnya pengaruh toksiknya terfokus pada neurotoksin dan pada otak. Saraf sensorik dan serabut saraf motorik serta kortek motorik adalah merupakan target toksisitas tersebut. Dilain pihak bila terjadi efek keracunan perubahan patologiknya tidaklah nyata. Bila seseorang menelan DDT sekitar 10mg/Kg akan dapat menyebabkan keracunan, hal tersebut terjadi dalam waktu beberapa jam. Perkiraan LD50 untuk manusia adalah 300-500 mg/Kg.

DDT dihentikan penggunaannya sejak tahun 1972, tetapi penggunaannya masih berlangsung sampai beberapa tahun kemudian, bahkan sampai sekarang residu DDT masih dapat terdeteksi. Gejala yang terlihat pada intoksikasi DDT adalah sebagai berikut: mual, muntah, parestesis pada lidah, bibir dan muka, iritabilitas, tremor, convulsi, koma, kegagalan pernafasan, kematian.

4. Pengobatan

Pengobatan keracunan pestisida ini harus cepat dilakukan terutama untuk toksisitas organophosphat.. Bila dilakukan terlambat dalam beberapa menit akan dapat menyebabkan kematian. Diagnosis keracunan dilakukan berdasarkan terjadinya gejala penyakit dan sejarah kejadiannya yang saling berhubungan. Pada keracunan yang berat, pseudokolinesterase dan aktifitas erythrocyt kolinesterase harus diukur dan bila kandungannya jauh dibawah normal, kercunan mesti terjadi dan gejala segera timbul.

Pengobatan dengan pemberian atrophin sulfat dosis 1-2 mg i.v. dan biasanya diberikan setiap jam dari 25-50 mg. Atrophin akan memblok efek muskarinik dan beberapa pusat reseptor muskarinik. Pralidoxim (2-PAM) adalah obat spesifik untuk antidotum keracunan organofosfat. Obat tersebut dijual secara komersial dan tersedia sebagai garam chlorin.

D. RESIDU PESTISIDA DI LINGKUNGAN

1. Residu Pestisida dalam Tanah

Penyemprotan pestisida akan berada di udara yang lama kelamaan akan jatuh ke tanah. Untuk jenis pestisida yang tidak mudah menguap akan berada di dalam tanah terutama dari golongan organoklorin karena sifatnya yang persisten. Walaupun pestisida di dalam tanah dapat diuraikan atau didegradasi oleh mikroorganisme. Seperti Fenitrothion dapat terdegradasi oleh *Bacillus subtilis* menjadi aminofenitrothion. Sedangkan *Falvobacterium sp.* ATCC 27551 dan *Trichoderma viride* dapat mendegradasi menjadi 3-Methyl-4-nitrophenol. Tanah di daerah Lembang dan di Gambung - Bandung mengandung residu jenis pestisida Klorpirifos dengan konsentrasi antara 0,136 ppm dalam tanah Lembang dan 0,699 ppm dalam tanah Gambung (Rosliana, 2001).

2. Residu Pestisida dalam Air

Pestisida yang disemprot dan yang sudah berada di dalam tanah dapat terbawa oleh air hujan atau aliran permukaan sampai ke badan air penerima, berupa sungai dan sumur. Beberapa penelitian mengenai kualitas air yang menekankan pada aspek pestisida ditemukan residu pestisida di Irigasi daerah Sukapura Kecamatan Kertasari Kabupaten Bandung, pestisida golongan organofosfat jenis metamidofos, fenitrothion, dan satu jenis golongan organoklorin yaitu alpha-BHC (Mulyatna, 1993). Hal ini tentunya berbahaya karena residu

pestisida tersebut dapat masuk ke dalam tanaman pertanian misalnya padi menggunakan air irigasi tersebut. Dan di samping itu juga dapat merusak ekosistem perairan. Dalam air baku air minum juga ditemukan residu organofosfat jenis klorpirifos di Surabaya Intake Kali Surabaya: 3,15 ppm, di Bandung Intake Cikapundung: 0,29 ppm, di Jakarta Intake Ciliwung: 0,73 ppm dan di Tangerang Intake Cisadane: 0,36 (Oginawati, 2000). Air dari intake PDAM ini tentunya akan diolah kemudian didistribusikan kepada masyarakat. Yang dikhawatirkan adalah apabila unit pengolahan di PDAM tidak dapat mendegradasi insektisida, dan air tersebut akan digunakan sebagai air minum tentunya akan berbahaya bagi kesehatan manusia.

3. Residu Pestisida di Udara

Pestisida dapat berada di udara setelah disemprotkan dalam bentuk partikel air (droplet) atau partikel yang terformulasi jatuh pada tujuannya. Kebanyakan penggunaan pestisida ini dilarutkan dengan air. Partikel pestisida berukuran 200 µm, dalam waktu 56 detik akan jatuh pada 21 m, sedangkan partikel dengan ukuran 50 µm jatuh 3 cm dalam waktu 3,5 detik (Akenson dan Yates, 1994 dalam Crosby, 1998). Di samping itu partikel/aerosol pestisida tersebut juga dapat jatuh pada tanaman, pada tanah, dan air.

4. Residu Pestisida pada Tanaman

Insektisida yang disemprotkan pada tanaman tentu akan meninggalkan residu. Residu insektisida terdapat pada semua tubuh tanaman seperti batang, daun, buah dan juga akar. Khusus pada buah, residu ini terdapat pada permukaan maupun daging dari buah tersebut. Walaupun sudah dicuci, atau dimasak residu pestisida ini masih terdapat pada bahan makanan. Sebagai contoh residu insektisida golongan organofosfat pada berbagai jenis sayuran seperti bawang merah 1,167 - 0,565 ppm, kentang 0,125 - 4,333 ppm, cabe merah 0,024 - 1,713 ppm. Di Lembang dan Pangalengan residu pestisida pada tomat, kol dan wortel mengandung: profenofos 6,11 mg/kg, detalmetrin 7,73 mg/kg, klorpirifos 2,18 mg/kg, telubenzuron 2,89 mg/kg, permetrin 1,80 mg/kg (Yulius, 1995). Tomat yang tidak dicuci mengandung profenofos rata-rata 0,096 mg/kg, sedangkan tomat yang dicuci masih mengandung 0,059 mg/kg (Irmea, 2001). Ardiwinata 2002, menyatakan bahwa insektisida karbofuran, klorpirifos dan lindan didistribusikan ke daun, batang, dan beras, dan residu insektisida

lindan merupakan residu yang tertinggi. Dengan demikian bahan pangan yang masih mengandung residu insektisida ini akan termakan oleh manusia dan tentunya dapat menimbulkan efek dan berbahaya terhadap kesehatan manusia.

5. Residu Pestisida di Lingkungan Kerja

Pestisida kebanyakan digunakan di pertanian, sehingga perlu sedikit diketahui bahwa insektisida ini dapat menimbulkan masalah kesehatan pekerja di pertanian atau petani termasuk juga pencampur pestisida. Kebanyakan petani di Indonesia mengetahui bahaya pestisida, namun mereka tidak peduli dengan akibatnya. Banyak sekali petani yang bekerja menggunakan pestisida tidak menggunakan pengaman seperti masker, topi, pakaian yang menutupi seluruh tubuh dan lain-lain. Apabila alat pengaman tersebut tidak digunakan, pestisida ini dapat masuk ke dalam tubuh melalui kulit, saluran pernafasan. Hasil penelitian yang pernah dilakukan untuk menguji tingkat kesehatan penduduk akibat paparan organofosfat dan karbamat di daerah sentra produksi padi, sayuran dan bawang merah menunjukkan bahwa aktivitas asetilkolinesterase kurang dari 4500 UI pada darah petani di Kabupaten Brebes sebanyak 32,53% petani, di Cianjur 43,75% dan di Indramayu 40%. Aktivitas kolinesterase kurang dari 4500 UI ini merupakan indikator adanya keracunan kronis (Yekti, 1997). Penelitian lain menunjukkan bahwa luas kulit yang terbuka akan mempengaruhi residu pestisida yang masuk ke dalam tubuh melalui kulit (Rachmawati, 2001). Bukan hanya petani, masyarakat yang tinggal di sekitar pertanian juga dapat terpapar oleh pestisida organofosfat (Azaroff LA., 1998). Eksposur insektisida ini dapat juga terjadi pada pekerja di industri insektisida, seperti hasil penelitian Al-Machtab, 1997 di Bangladesh 33,7% pekerja dari 265 pekerja yang terpapar insektisida memiliki aktivitas enzim asetilkolinesterase di bawah standar dan 12,5% dalam kondisi bahaya.