

RESIDU PESTISIDA ORGANOKLORIN SERTA KEMUNGKINAN BAHAYANYA PADA TERNAK DAN MANUSIA

INDRANINGSIH dan RAPHAELLA WIDIASTUTI

Balai Penelitian Veteriner
Jalan R.E. Martadinata 30, P.O. Box 151, Bogor 16114

PENDAHULUAN

Peningkatan penggunaan pestisida dalam berbagai bentuk sejak akhir perang dunia kedua telah menimbulkan problema baru terhadap lingkungan. Penggunaan pestisida dalam bidang pertanian yang mencakup tanaman pangan, perkebunan dan kehutanan merupakan ciri khas pertanian modern. Selain itu pestisida juga digunakan di bidang kesehatan terutama untuk memberantas hama ataupun vektor penyebab penyakit. Penggunaan pestisida di bidang pertanian di Indonesia dapat memperkecil kerugian terhadap serangan hama dan penyakit pada tanaman padi dari 19,4-24,1% menjadi 2,4-3,4% (ARDIWINATA *et al.*, 1996).

Secara garis besar, pestisida dibagi dalam tiga kelompok besar yaitu pestisida organoklorin (hidrokarbon berklor), organofosfat (fosfat organik) dan karbamat. Pestisida golongan organofosfat dan karbamat bersifat lebih toksik dibandingkan pestisida golongan organoklorin serta berefek akut sehingga sering menimbulkan keracunan pada hewan. Sedangkan pestisida golongan organoklorin bersifat persisten yaitu tidak mudah terurai dan berefek kronik serta menyebabkan bioakumulasi di dalam rantai makanan.

Di Indonesia pada saat ini telah beredar lebih dari 500 jenis pestisida baik dari golongan organoklorin, fosfat organik ataupun karbamat, yang mengandung satu atau lebih bahan aktif yang diijinkan beredar di pasaran (DEPARTEMEN PERTANIAN, 1997). Pada tahun 1996 sebanyak 28 jenis bahan aktif termasuk didalamnya empat jenis pestisida golongan organoklorin yaitu diklorvos, endosulfan, klorpirifos, klorpirifos metil dihentikan penggunaannya melalui Surat Keputusan Menteri Pertanian nomor 473/Kpts/TP.270/6/96 tentang Penghentian Pendaftaran dan Izin Pestisida (LIPTAN, 1997) menyusul dieldrin, klordan, lindan dan dichloro diphenyl trichloroethan (DDT) yang telah dilarang sebelumnya. Namun sejauh ini dampak negatif yang ditimbulkan akibat penggunaan pestisida berupa

adanya residu pestisida pada produk pertanian yang dapat mempengaruhi kesehatan ternak dan menyebabkan keracunan, serta timbulnya residu pada produk peternakan di Indonesia belum banyak dilaporkan.

Beberapa laporan penelitian di Indonesia mengenai terdeteksinya residu pestisida organoklorin pada berbagai produk hasil pertanian diantaranya adalah terdeteksinya residu endosulfan pada kedelai (NUGRAHA *et al.*, 1989). Residu endosulfan pada limbah pertanian (INDRANINGSIH *et al.*, 1990), residu lindan dan dieldrin yang terdeteksi di bawah ambang batas yang diijinkan dari biji kedelai di Jawa Barat (SAMUDRA *et al.*, 1992). Residu heptaklor pada beras yang melebihi ambang batas, disamping residu lainnya yaitu lindan dan aldrin, sampel tersebut berasal dari beberapa pasar di DKI Jakarta serta residu lindan dan endosulfan pada beras di beberapa daerah di Jawa Barat (ARDIWINATA *et al.*, 1994). Disamping itu residu DDT, endosulfan, lindan dan aldrin yang melampaui ambang batas juga terdeteksi pada sayuran wortel dari beberapa daerah di Jawa Barat dan Jawa Tengah (FAEDAH *et al.*, 1993). Hal itu membuktikan bahwa pestisida organoklorin masih digunakan secara intensif dalam jenis, dosis dan frekuensi penggunaannya oleh petani di Indonesia, meskipun beberapa jenis pestisida ini telah dilarang dan dibatasi penggunaannya.

Tulisan ini bertujuan untuk memberi gambaran mengenai dampak negatif dari residu pestisida golongan organoklorin pada lingkungan, ternak dan manusia.

PERMASALAHAN YANG TIMBUL AKIBAT RESIDU PESTISIDA

Pencemaran lingkungan

Sumber utama terjadinya pencemaran dari pestisida adalah pestisida yang dipakai untuk memberantas hama tanaman dan pemeliharaan kesehatan masyarakat dan limbah industri pestisida. Disamping itu secara tidak disengaja tim-

bul dari tumpahan-tumpahan yang terjadi sewaktu pengangkutan, distribusi dan penyimpanan.

Di alam, pestisida diserap oleh berbagai komponen lingkungan yang kemudian terangkut ke tempat lain oleh air, angin atau oleh jasad hidup yang berpindah tempat. Dengan masih terdeteksinya residu di alam maka akan menimbulkan ketidakseimbangan ekosistem yang menyebabkan kematian pada beberapa spesies seperti cacing tanah, ular sawah, katak dan berbagai jenis serangga yang sebenarnya bukan sasaran untuk dibunuh. Residu tersebut juga akan membahayakan hewan yang mengkonsumsi hijauan yang tumbuh di daerah tersebut yang menjadi sumber pakan. Hal lainnya adalah terakumulasinya residu tersebut pada hewan-hewan air (ikan) seperti yang dilaporkan di daerah Lembang dan Pangalengan dan residu turunan DDT pada udang, kepiting dan ikan di daerah Cimanuk (FAEDAH *et al.*, 1993).

Penyerapan residu pestisida oleh tanah sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kemampuan absorpsi pestisida oleh partikel-partikel tanah, adanya air hujan sebagai pencuci tanah, penguapan air tanah, kemampuan degradasi tanah oleh jasad renik serta dekomposisi secara fisikokimia dan cahaya matahari. Selain itu sifat-sifat pestisida sendiri juga merupakan penentu, sebagai contoh pestisida yang sulit untuk larut di dalam air dan sulit menguap sehingga sulit untuk terdegradasi. Sifat tersebut sebagian besar dimiliki oleh pestisida golongan organoklorin (TARUMINGKENG, 1992). Hal ini dibuktikan dengan adanya laporan mengenai adanya residu heptaklor, aldrin dan dieldrin dengan konsentrasi di atas ambang batas dari air sawah dan kolam serta residu lindan dan endosulfan pada tanah di beberapa daerah di Jawa Barat akibat penggunaan pestisida yang intensif dimasa silam (ARDIWINATA dan DJAZULI, 1992; ARDIWINATA *et al.* 1994), juga pada tanah bekas tanam kedelai residu endosulfan terdeteksi hingga kedalaman 21 cm dari permukaan tanah (INDRANINGSIH *et al.*, 1990).

Air dan udara berperan penting dalam memindahkan pestisida dari satu tempat ke tempat lain. Untuk itulah *Environmental Protection Agency* pada tahun 1973 dan *American Conference of Governmental Industrial Hygienist* pada tahun 1986, keduanya di Amerika Serikat menetapkan ambang batas residu beberapa pestisida organoklorin dalam air minum dan nilai konsentrasi maksimum beberapa insektisida

organoklorin dalam udara (OSWEILIER *et al.*, 1976; TARUMINGKENG, 1992) seperti yang tercantum dalam Tabel 1. Namun demikian hingga saat ini belum ada batasan yang aman residu pestisida dalam air dan udara untuk hewan.

Tabel 1. Ambang batas aman residu pestisida yang aman untuk dikonsumsi manusia dalam air minum dan nilai maksimum konsentrasi insektisida dalam udara yang diperkenankan di sekitar lingkungan kerja

Jenis pestisida	Konsentrasi maksimum	
	Di air (mg/L) ⁽¹⁾	Di udara (mg/m ³) ⁽²⁾
Aldrin	0,001	25
DDT	0,05	1
Dieldrin	0,001	0,25
Endrin	0,0002	0,1
Heptaklor	0,0001	0,5
Klordan	0,003	0,5
Lindan	0,004-0,1	0,5
Metoksiklor	0,005	15

Sumber :

⁽¹⁾ OSWEILIER *et al.* (1976)

⁽²⁾ TARUMINGKENG (1992)

Pengaruh residu pestisida golongan organoklorin terhadap hewan dan manusia

Ikan adalah hewan yang peka terhadap pestisida organoklorin sedangkan jenis unggas lebih tahan terhadap pestisida golongan organoklorin. BARTIK (1981) melaporkan bahwa mamalia yang peka terhadap DDT adalah tikus putih, tikus rumah, anjing, kelinci, kera, marmot, babi, kuda, sapi, domba dan kambing.

Pengaruh terhadap hewan ternak

Kasus keracunan pada ternak yang disebabkan oleh pestisida golongan organoklorin sangat jarang terjadi. Salah satu kasus keracunan pestisida organoklorin di Indonesia adalah kasus kriminal yang menyebabkan kematian ternak sapi dan kerbau milik rakyat di Lampung Utara dan Lampung Selatan pada tahun 1982 dan 1983 yang dilaporkan oleh SOESILO *et al.* (1985).

GLASTONBURY *et al.* (1987) melaporkan kasus kematian dan kegagalan sistem reproduksi domba Merino di Australia yang disebabkan

oleh dieldrin yang menyebabkan depresi pada sistem saraf pusat. Pada pemberian endosulfan 1 mg/kg bobot badan per hari selama 28 hari pada kambing ternyata menyebabkan terdeteksinya residu pada jaringan lemak dan organ lain, namun demikian residu tersebut sudah tidak terdeteksi lagi pada hewan yang dibunuh pada hari ke-21 setelah perlakuan (INDRANINGSIH *et al.*, 1993).

Tabel 2. Dosis minimum dari beberapa pestisida organoklorin yang menimbulkan toksisitas pada ternak (pemberian secara oral)

Pestisida	Hewan	Dosis minimum (mg/kg berat badan)
DDT	Anak sapi	250
	Sapi dewasa	500
	Kambing/Domba	250
Endrin	Domba	25
Heptaklor	Anak sapi	20
	Kambing	50
Lindan	Anak sapi	5
	Kambing	25
Dieldrin	Anak sapi	10
	Sapi	25
	Kambing	100

Sumber : OSWEILER *et al.* (1976)

Pengaruh pestisida golongan organoklorin (DDT) terhadap ternak unggas juga telah diteliti oleh beberapa peneliti, SELL dan DAVIDSON (1973) melaporkan bahwa pemberian 200 ppm DDT pada ayam pedaging menyebabkan pembengkakan hati dan kenaikan protein mikrosomal. CECIL *et al.* (1971) melaporkan bahwa kontaminasi residu insektisida golongan organoklorin pada pakan menimbulkan residu pada organ dengan hasil residu yang lebih tinggi daripada dosis pemberiannya, dan residu yang terdeteksi pada telur besarnya 10% dari residu pada organ.

Demikian pula pengaruhnya terhadap telur burung antara lain adalah penipisan kulit telur (CHAMBERS dan NORRIS, 1983), sebagai contoh adalah pemberian 10-30 ppm dichloro diphenyl ethan (DDE) yaitu salah satu bentuk metabolit dari DDT akan menyebabkan penurunan kete-

balan kulit telur sebesar 15-25% (OSWEILER *et al.*, 1976) serta menurunnya daya tetas (ROMANOFF dan ROMANOFF, 1972). Tabel 2 memuat dosis minimum pestisida golongan organoklorin pada ternak yang menimbulkan toksisitas pada pemberian secara oral.

Diagnosis keracunan pestisida golongan organoklorin pada hewan

Diagnosis untuk keracunan pestisida golongan organoklorin sulit ditentukan karena pestisida ini bersifat kumulatif dalam jaringan tubuh dan kejadiannya memerlukan waktu yang lama (kronik). Kematian dapat terjadi bila dosis yang termakan oleh hewan jauh melampaui dosis toksik (akut), namun kejadian ini jarang terjadi.

Beberapa peneliti melaporkan gejala-gejala keracunan DDT pada ayam diantaranya kelumpuhan dari bagian lidah dan bibir, sangat peka terhadap rangsangan, gemetar, kejang-kejang dan sempoyongan (SEAWRIGHT, 1982; CASARET dan DOULL, 1975).

Residu pada produk hewani dan kaitannya dengan manusia

Efek residu pestisida golongan organoklorin yang ditimbulkan bersifat kronik yang dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hati dan adrenal dan juga dapat menimbulkan efek karsinogenik, teratogenik, mutagenik dan immunosupresif (GOEBEL *et al.*, 1982). Apabila manusia mengkonsumsi produk hewani yang terkontaminasi residu pestisida golongan organoklorin, maka akan berakibat yang sama pula terhadap manusia. LATIMER dan SIEGEL (1977) melaporkan bahwa konsentrasi tertinggi dari residu yang terdeteksi pada organ ayam pedaging adalah pada kelenjar adrenal, hati dan otak.

Residu organoklorin dijumpai pada daging yang dipotong di rumah potong hewan di Australia (CORRIGAN dan SENEVIRATNA, 1990) dan susu sapi di Yunani (FYTIANOS *et al.*, 1985). Sedangkan di Indonesia, residu pestisida organoklorin dijumpai pada susu sapi, telur burung liar dan burung puyuh, telur itik, telur ayam ras dan ayam kampung serta pada daging sapi (ILJAS *et al.*, 1986; INDRANINGSIH *et al.*, 1988; INDRANINGSIH *et al.*, 1993). Masuknya residu pestisida ke dalam tubuh manusia sebagian besar melalui rantai makanan dan akan tertimbun dalam jaringan lemak termasuk susu. Susu

merupakan salah satu produk hewani yang dikonsumsi paling sedikit namun menimbulkan resiko cukup besar jika pada susu tersebut mengandung residu pestisida. RASYID *et al.* (1983) melaporkan adanya residu DDT dengan konsentrasi rata-rata 0,173 ppm dan pp-DDE 0,320 ppm dalam air susu ibu di daerah Pangandaran, jika ibu itu menyusui bayinya tanpa disadari bayi akan tercemar oleh pestisida yang dikeluarkan melalui air susu ibu.

Tabel 3 memuat ambang batas dan dosis maksimal residu harian (*ADI, Acceptable Daily Intake*) pestisida organoklorin pada daging sapi maupun ayam, telur dan susu yang aman dikonsumsi manusia.

Keamanan produk hewani yang dihasilkan tersebut erat kaitannya dengan perkiraan biologis waktu paruh dari beberapa pestisida organoklorin di dalam tubuh hewan seperti terlihat pada Tabel 4. Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa waktu paruh dari pestisida organoklorin tersebut cukup lama, yaitu berkisar antara 14 hingga 245 hari. Sehingga seandainya pakan ternak terkontaminasi oleh pestisida tersebut dan dikonsumsi oleh ternak, maka residunya akan bertahan pada jaringan lemak minimal sampai 14 hari. CLARKE dan CLARKE (1970) melaporkan bahwa residu yang tertinggal pada lemak dapat bertahan sampai 3 bulan.

Tabel 4. Perkiraan biologis waktu paruh dari pestisida organoklorin pada ternak

Insektisida	Hewan	Organ deposit	Waktu paruh (hari)
Dieldrin	Babi betina	Lemak	85
	Anak babi	Lemak	245
	Ayam betina	Lemak	49
	Babi jantan	Lemak	28
	Sapi perah	Susu dan lemak	22-30
DDT	Sapi perah	Susu dan lemak	14-20
	Ayam betina	Lemak	49-56
DDE	Sapi perah	Susu dan lemak	52

Sumber : OSWEILER *et al.*, (1976)

USAHA PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN RESIDU PESTISIDA ORGANOKLORIN

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi residu pestisida yang telah masuk ke dalam jaringan tubuh. Beberapa cara yang disarankan oleh MENZIER dan JOHN (1971) dan OSWEILER *et al.* (1976) untuk menghilangkan residu organoklorin dalam lemak adalah :

Tabel 3. Nilai ambang dan nilai *ADI* beberapa jenis pestisida golongan organoklorin yang aman dikonsumsi manusia

Jenis pestisida	Nilai maksimum residu (mg/kg)				
	Daging sapi	Daging ayam	Telur	Susu	Nilai <i>ADI</i> *
Aldrin/Dieldrin	0,2	-	0,1	0,15	0,0001
Klordan	0,05	0,05	0,02	0,05	0,0001
Klorpirifos	0,2	0,1	0,01	0,01	0,001
DDT	7	7	0,5	1,25	0,005
Endosulfan	0,2	-	-	0,5	0,0075
Endrin	0,1	1	0,2	0,02	0,0002
Heptaklor	0,2	0,2	0,05	0,15	0,0005
Lindan	2	0,7	0,1	0,2	0,01

Sumber :

FAO/WHO (1985)

* Nilai *ADI* (*Acceptable Daily Intake*) dalam satuan mg/kg berat badan

1. Mengurangi ukuran depot lemak hewan dengan membuat keadaan lapar atau dengan pemberian senyawa casein yang mengandung yodium.
2. Meningkatkan degradasi metabolik hidrokarbon organoklorin dengan cara pemberian senyawa kimia yang dapat merangsang respon enzim xenobiotik yang berhubungan sebagai contoh yaitu pemberian phenobarbiton.

Sementara itu INDRANINGSIH (1985) melaporkan bahwa degenerasi lemak pada organ hati dan pertumbuhan ganda sel-sel saluran empedu pada ayam jantan akibat pemberian DDT (10 ppm) selama 12 minggu dapat dikurangi dengan pemberian vitamin A yang melebihi kebutuhan normal (40000 IU/kg pakan). Alternatif lainnya adalah penggunaan senyawa pengikat seperti arang aktif (*activated charcoal*) dengan dosis 5 g/kg bobot badan yang dapat diaplikasikan pada ternak ruminansia untuk mempercepat eliminasi pestisida melalui feces (INDRANINGSIH dan MCSWEENEY, 1995).

Untuk mengurangi bahaya dari residu pestisida yang terdapat pada pakan ternak (hijauan) yang berasal dari limbah pertanian maka dianjurkan untuk melakukan pencucian atau penjemuran hijauan tersebut sebelum diberikan pada ternak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Perlu diwaspadai akibat yang ditimbulkan dari residu pestisida golongan organoklorin mengingat bahayanya yang ditimbulkan bersifat kronik yang tidak hanya membahayakan ternak namun juga manusia yang mengkonsumsi produk ternak tersebut karena kumulatif dari residu.

Sebagai saran kepada para peternak sekaligus petani, untuk tidak menggunakan pestisida golongan organoklorin yang sudah dilarang. Hal ini tentunya membutuhkan pengawasan terpadu antara instansi yang terkait untuk mengurangi adanya pencemaran lingkungan oleh pestisida golongan organoklorin.

DAFTAR PUSTAKA

- ARDIWINATA, A. N. dan M. DJAZULI. 1992. Dampak penggunaan insektisida organoklorin di masa silam di daerah Jawa Barat. *Prosiding Simposium Penerapan Pengendalian Hama Terpadu*. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bandung, Sukamandi: 313-317.
- ARDIWINATA, A.N., N. UMAR dan N. HANDAYANI. 1996. Residu insektisida dalam beras dan kedelai di beberapa pasar DKI Jakarta. Makalah yang disampaikan pada *Seminar Tantangan Entomologi Pada Abad XXI*, Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Bogor.
- BARTIK, M. 1981. *Veterinary Toxicology*. Elsevier Scientific Publishing Comp. Amsterdam: 137-143 dan 317-318.
- CASARETT, L.J. and J. DOULL. 1975. *Toxicology: The Basic Science of Poisons*. New York. Mac Millan. Publ. Co. Inc.: 329-330.
- CECIL, H.C., G.F. FRIES, J. BITMAN, and S.J. HARRIS. 1971. Dietary pp-DDT, op-DDT, or pp-DDE and changes in eggshell characteristics and pesticides accumulation in egg Content and body fat of caged White Leghorn. *Poult. Sci.* 51 : 130-139.
- CHAMBERS, P.L. and D.W. NORRIS. 1983. Chlorinated hydrocarbons in birds and mammals. *Arch. Toxicol. Suppl.* 6: 206-212.
- CLARKE, E.G.C. and M.L. CLARKE. 1970. *Garner's Veterinary Toxicology*. 3rd ed. London. Bailliers Tindal and Caastell: 226-230.
- CORRIGAN, P.J. and P. SENEVIRATNA. 1990. Occurrence of organochlorine residues in Australia meat. *Aust. Vet. J.* 67, (2): 56-58.
- DEPARTEMEN PERTANIAN. 1997. *Pestisida untuk Pertanian dan Kehutanan*. Komisi Pestisida. Departemen Pertanian : 3-130.
- FAEDAH, A., GAYATRI, KOENADI, dan Y. CHAN. 1993. Awas pestisida ngendon dalam makanan kita. *Terompet (Terpong Masalah Pestisida)* Edisi 4: 6-10.
- FAO/WHO. 1985. *Codex Alimentarius Commission: Guide to Codex Recommendations Concerning Pesticide Residues. Part 2. Maximum Limits for Pesticide Residues*. FAO/WHO, Rome.
- FYTIANOS, K., G. VASILIKIOTIS, L. WEIL, E. KAVLENDIS, and L. LASKARIDIS. 1985. Preliminary study of organochlorine compounds in milk products, human milk and vegetables. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 34:504-508.
- GLASTONBURY, J.R.W., R.I. WALKER, D.J. KENEDDY, P.A. GILL, K.W. MCDUGALL, and A.G. SHARROCK. 1987. Dieldrin toxicity in housed merino sheep. *Aust. Vet. J.* 64 (5): 145-148.
- GOEBEL, H.S. GORBACH, W. KNAUF, R.H. RIMPAU, and H. HUTTENBACH. 1982. Properties, effect, resi-

- dues, and analytics of insecticides endosulfan. *Residue Review*. 83: 56-88.
- ILJAS, J., K. WIDODO, I. PRANAYA, dan K. SUPARNO. 1986. Penelitian kadar residu pestisida dalam susu sapi perah dari daerah Jawa Tengah. *Medika* 12 (12): 1097-1100.
- INDRANINGSIH. 1985. *Pengaruh Interaksi Vitamin A dan DDT pada Ayam Jantan*. Tesis Pasca Sarjana Jurusan Sain Veteriner Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- INDRANINGSIH, R. MARYAM, R. MILTON, and R.B. MARSHALL. 1988. Organochlorine pesticide residues in bird eggs. *Penyakit Hewan*. vol. XX, No. 36: 98-100.
- INDRANINGSIH, C.S. MCSWEENEY, S. BAHRI, and YUNINGSIH. 1990. Residu insektisida endosulfan pada tanah bekas kedelai dan limbah pertaniannya serta kemungkinan pengaruhnya pada ternak. *Penyakit Hewan*. vol XXII. No.40: 133-137.
- INDRANINGSIH, C.S. MCSWEENEY, and P.W. LADDS. 1993. Residues of endosulfan in the tissues of lactating goats. *Australian Vet. J.* 70 (2): 59-62.
- INDRANINGSIH dan C.S. MCSWEENEY. 1995. Studi penanggulangan keracunan insektisida endosulfan pada kambing dengan arang aktif. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Veteriner untuk meningkatkan kesehatan hewan dan pemanfaatan bahan pangan asal ternak. Cisarua, Bogor, 22-24 Maret 1994*. 417-421.
- LATIMER, J.W. and H.S. SIEGEL. 1977. DDT and metabolites accumulation in adrenal, liver and brain in broiler chickens. *Poult. Sci* 56: 1622-1626.
- LIPTAN. 1997. Penghentian pendaftaran dan izin pestisida. *Loka Pengkajian Teknologi Pertanian (LPTP) Banda Aceh. Agustus 1997*. Badan Litbang Pertanian.
- MENZIER, R.E. dan A.R. JOHN. 1971. Effect of enzyme-inducing agents on fat storage and toxicology of insecticides in *Insecticides, Resistance, Synergism, Enzyme Induction*. vol II. Gordon and Breash Science Publisher, New York.
- NUGRAHA, A., I.M. SAMUDRA, SUTRISNO dan A.A. PURNOMO. 1989. Analisis residu endosulfan dalam biji kedelai. *Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Bogor tahun 1989* 376-382.
- OSWEILER, G.D., T.L. CARSON, W.B. BUCK, and G.A. van GELDER. 1976. *Clinical and Diagnostic Veterinary Toxicology*. 3rd ed. Kendall/Hunt Publishing Comp.
- RASYID, R., S. ATMAWIDJAJA, dan ZULHARMITA. 1983. Deteksi dan penentuan sisa pestisida pp-DDT dan metabolitnya pp-DDE dalam air susu ibu. *Acta Pharmaceutica Indonesia* VIII (4): 183-196.
- ROMANOFF, A.L. and A.J. ROMANOFF. 1972. Pathogenesis of the avian embryo. Wiley Interscience : 211-212.
- SAMUDRA, I.M. SUTRISNO, dan A. NUGRAHA. 1992. Residu insektisida dalam biji kedelai di beberapa lokasi di Jawa Barat. *Edisi Khusus No. 4. Balittan*: 110- 113.
- SEAWRIGHT, A.A. 1982. Animal Health in Australia. vol II. *Chemical and Plant Poisons*. Australian Government Printing Services, Canberra: 204-207.
- SELL, J.L. and K.L. DAVIDSON. 1973. Changes in the activities of hepatic microsomal enzymes caused by DDT and dieldrin. *Fed. Proc.*, 32: 2003-2009.
- SOESILO, F.X., I.M. SUASTAWA, H. PRABOWO, dan D. HUSIN. 1985. Gambaran kelainan patologik anatomik dan histopatologik pada sapi dan kerbau akibat keracunan pestisida dan garam sianida di Propinsi Lampung. *Hemera Zoa* 72 (1): 24-29.
- TARUMINGKENG, R.C. 1992. *Insektisida: Sifat, Mekanisme Kerja dan Dampak Penggunaanya*. Penerbit Ukrida, Jakarta.