

SUMBER KONTAMINAN DAN PENANGGULANGAN RESIDU PESTISIDA PADA PANGAN PRODUK PETERNAKAN: SUATU TINJAUAN

INDRANINGSIH

Balai Penelitian Veteriner, Jl. R.E. Martadinata No. 30, Bogor 16114

ABSTRAK

Hasil studi lapang dan literatur diketahui bahwa, beberapa jenis residu pestisida dari golongan organoklorin (OC) dan organofosfat (OP) terdeteksi dalam produk ternak (daging dan susu). Rataan residu pestisida pada daging asal Jawa Barat terdeteksi sebesar 0,8 ppb lindan dan 62 ppb diazinon. Sedangkan, pada daging asal Lampung terdeteksi sebesar 7 ppb lindan, 2,7 heptaklor, 0,8 endosulfan dan 0,5 aldrin. Selanjutnya, residu pestisida juga terdeteksi pada susu yang diambil dari daerah Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Residu pestisida yang terdeteksi berturut-turut adalah lindan 2,3; 15,9; 0,2 ppb; heptaklor 8; 0,4 dan 0,05 ppb; diazinon 8; 0 dan 1,8 ppb; CPM 0,4; 0,8 dan 0 ppb; endosulfan 0,1; 0,04 dan 0,05 ppb. Sumber pencemaran pestisida pada produk ternak umumnya berasal dari bahan pakan, hijauan pakan ternak, tanah tercemar dan air yang berada di sekitar lokasi peternakan. Pola minimalisasi residu pestisida dalam produk ternak dapat dilakukan selama proses prapanen secara integratif, antara lain melalui proses kimiawi, biodegradasi dengan menggunakan mikroba. Pola pertanian organik merupakan salah satu alternatif yang dapat diterapkan untuk meminimalisasi kontaminasi pada lahan pertanian sehingga menurunkan residu pestisida dalam produk pertanian tersebut. Pemberian pakan limbah organik yang rendah residu pestisida ternyata dapat mengurangi tingkat residu pestisida pada produk ternak yang dihasilkan. Untuk menghilangkan kontaminasi pestisida dalam tanah perlu dilakukan secara bertahap dengan menerapkan pola pertanian organik secara terus menerus.

Kata kunci: Residu pestisida, daging, susu

ABSTRACT

REVIEW ON SOURCES AND HANDLING METHOD OF PESTICIDE RESIDUES IN ANIMAL PRODUCTS

Field studies and literature search showed that some pesticide residues either organochlorines (OC) or organophosphates (OP) were detected in animal products (meat and milk). Pesticide residues in meat collected from West Java were detected at the level of 0.8 ppb lindane and 62 ppb diazinon. While in meat from Lampung was detected at the level of 7 ppb lindane, 2.7 heptachlor, 0.8 endosulfan and 0.5 ppb aldrin. Furthermore, pesticide residues were also detected in the milk collected from West, Central and East Java. The levels of lindane were 2,3; 15,9; 0,2 ppb; heptachlor 8; 0,4 and 0,05 ppb; diazinon 8; 0 and 1,8 ppb; CPM 0,4; 0,8 and 0 ppb; endosulfan 0,1; 0,04 and 0,05 ppb for West, Central and East Java, respectively. The source of pesticide contamination in animal products is generally originated from feed materials, fodders, contaminated soils and water around the farm areas. Minimalization approach of pesticide residues in animal products could be conducted integratedly, such as through chemical process, biodegradation using microorganisms. Organic farming system is recognised as an alternative that may be applied to minimise contamination on agricultural land, eventually reducing pesticide residues in the agricultural products. Feeding with organic agricultural by-products with low pesticide residues appears to reduce pesticide residues in animal products. In order to eliminate pesticide contamination in soil, it has to be conducted progressively by implementing sustainable organic farming.

Key words: Pesticide residues, meat, milk

PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya kesejahteraan, pendapatan dan pendidikan masyarakat saat ini; keamanan pangan menjadi perhatian utama bagi masyarakat untuk mendapatkan pangan yang sehat dan aman. Ketersediaan pangan yang sehat dan aman dari bahan berbahaya seperti pestisida, merupakan salah satu kunci utama dalam mewujudkan gizi yang baik.

Oleh karena itu, diperlukan proses yang panjang melalui mata rantai produksi hingga pascaproduksi.

Keamanan Pangan adalah suatu kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pencemaran, dari bahan beracun dan mikroba patogen yang merugikan dan membahayakan kesehatan manusia. Keamanan pangan pada dasarnya merupakan proses yang kompleks, yang berkaitan erat dengan aspek kebijakan, toksisitas, kimiawi, status gizi, kesehatan dan

ketentrangan batin. Berbagai kasus keracunan/penyakit bawaan pangan (*foodborne disease*) mulai bermunculan di berbagai wilayah Indonesia. Residu/ cecaran bahan kimia seperti pestisida masih terdeteksi dari berbagai produk pangan. Keberadaan pestisida dalam pangan tersebut dapat membahayakan kesehatan konsumen, seperti efek keracunan, imunosupresi dan karsinogenik. Program keamanan pangan yang telah ditetapkan pemerintah merupakan langkah strategis, yang perlu dilaksanakan secara terpadu untuk memberikan jaminan perlindungan kesehatan masyarakat.

Sementara itu, ternak sebagai sumber pangan, umumnya dipelihara di dalam kandang dengan pemberian pakan melalui sistem *cut and carry* (pengaritan) dan hanya beberapa peternakan komersial yang menggunakan pakan jadi atau digembalakan di ladang penggembalaan. Kegiatan peternakan sering berdampingan dengan kegiatan tanaman pangan yang rentan terhadap pencemaran bahan agrokimia, karena tingginya penggunaan bahan tersebut di lingkup tanaman pangan. Oleh karena itu, makalah ini membahas aspek pencemaran/residu pestisida dalam produk ternak khususnya selama proses produksi serta pola minimalisasinya dalam rangka menghasilkan pangan yang aman dan sehat.

PRODUKTIVITAS DAN TINGKAT KONSUMSI PANGAN ASAL TERNAK

Produktivitas ternak

Berdasarkan tingkat pertumbuhan subsektor peternakan, populasi ternak cenderung meningkat

sebelum terjadi krisis ekonomi dan menurun tajam selama \pm 2 tahun (1997 – 1998). Populasi ternak mulai meningkat secara perlahan pada tahun 2000, tetapi belum mencapai tingkat normal hingga tahun 2004 (Tabel 1). Tingkat populasi ternak penghasil daging menurun tajam antara tahun 1997 – 1998 dan mulai meningkat secara bertahap pada tahun 1999, namun hingga tahun 2002 populasi ternak tersebut belum mencapai tingkat pertumbuhan sebelum krisis ekonomi. Hanya ternak unggas yang mampu terhindar dari krisis tersebut dengan tingkat populasi lebih tinggi daripada tahun 1997. Populasi sapi perah penghasil susu di Indonesia pada tahun 2004 tercatat sebanyak 382.000 ekor dengan perkembangan populasi mencapai kenaikan sebesar 2,1% dan hanya terkonsentrasi di Pulau Jawa.

Tingkat konsumsi pangan asal ternak

Tingkat konsumsi pangan asal ternak pada tahun 2002 mencapai 1,6 juta ton daging dan 1,25 juta ton susu. Berdasarkan asumsi pertumbuhan ekonomi sebesar 5%, pertumbuhan penduduk 1,5% dan elastisitas daging dan susu $>1\%$, Direktorat Jenderal Bina Produksi Peternakan merencanakan tingkat produksi dan konsumsi pada tahun 2005 dan 2009 terlihat pada Gambar 1 dan 2. Berdasarkan sasaran dan rencana pembangunan peternakan diasumsikan terjadi peningkatan tingkat konsumsi protein hewani khusus pangan asal ternak dalam jangka waktu 5 – 10 tahun mendatang. Perkembangan ini menjadi peluang bagi subsektor peternakan untuk melakukan pengembangan industri secara efisien dan efektif.

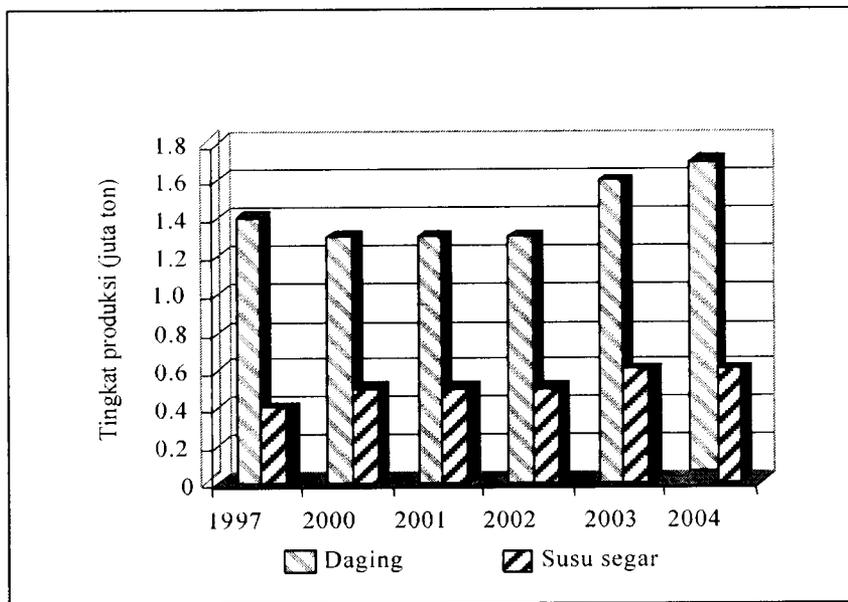
Tabel 1. Populasi ternak penghasil daging dan susu antara tahun 2000 s/d 2004

Komoditas	Populasi ternak (x 1000 ekor)					
	1997*)	2000	2001	2002	2003	2004
Ternak penghasil daging						
Sapi potong	11.939	11.008	10.215	10.436	10.504	10.726
Kerbau	3.065	2.405	2.310	2.436	2.459	2.572
Kambing/domba	21.861	19.993	19.717	20.705	20.533	21.688
Ayam ras	641.374	530.874	621.834	713.131	847.744	895.155
Ayam buras	260.835	259.257	267.042	279.801	277.357	271.847
Ternak penghasil susu						
Sapi perah	334.371	354.253	346.998	358.386	373.753	381.635

*)Populasi ternak saat krisis ekonomi

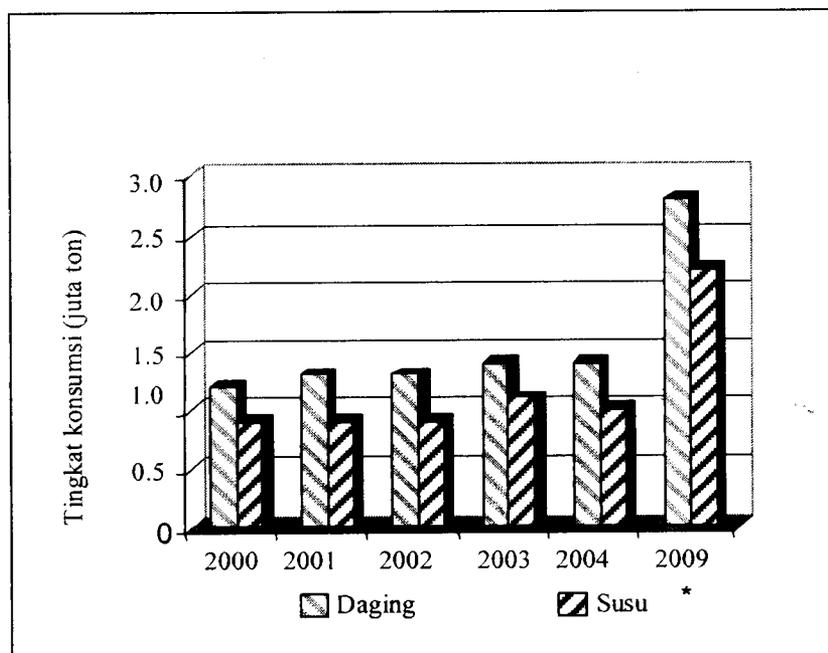
Sumber: DIRJEN BINA PRODUKSI PETERNAKAN (2004)





Gambar 1. Tingkat produksi daging dan susu antara tahun 1997 s/d 2004

1997 = Tingkat produksi saat krisis ekonomi



Gambar 2. Tingkat konsumsi daging dan susu antara tahun 2000 s/d 2004 dan target konsumsi tahun 2009

2009 = Target konsumsi yang direncanakan

Sumber: DIRJEN BINA PRODUKSI PETERNAKAN (2004)

PESTISIDA: PENGGOLONGAN, DISTRIBUSI, APLIKASI DAN RESIDU PADA PRODUK TERNAK

Penggolongan pestisida

Pestisida merupakan bagian penting dalam proses produksi pertanian/peternakan untuk melindungi tanaman/ternak dari serangan penyakit. Penggunaan pestisida mulai digalakkan pada tahun 1970-an, sewaktu program intensifikasi pertanian diperkenalkan di Indonesia. Produktivitas pertanian terutama padi mengalami peningkatan secara progresif, namun peningkatan produktivitas tersebut diikuti oleh berbagai reaksi alam dan kendala lainnya, seperti penurunan daya dukung lahan, pencemaran, keracunan dan residu pestisida pada produk yang dihasilkan.

Pestisida dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu insektisida, fungisida, herbisida, rodentisida, repelen dan fumigan (SPIEWAK, 2001). Berdasarkan golongan kimianya, pestisida dikelompokkan menjadi golongan organoklorin (OC), organofosfat (OP) dan karbamat dengan sifat dan toksisitas yang berbeda (WALDRON dan GOLEMAN, 1987). Dalam kegiatan veteriner, pestisida digunakan untuk *dipping* dan penyemprotan dalam membasmi ektoparasit. Bila digunakan secara benar, pestisida dapat memberikan keuntungan yang tinggi, tetapi bila tidak, akan menimbulkan kerugian ekonomi, keracunan/gangguan kesehatan atau bahkan kematian.

Untuk kawasan Asia, Indonesia merupakan negara ketiga paling banyak menggunakan pestisida setelah Cina dan India (SOERJANI, 1990). BADAN PENGENDALI BIMAS (1990) memperkirakan penggunaan pestisida meningkat selama 10 tahun (1978 – 1987) untuk tanaman pangan dan selama 5 tahun (1989 – 1993) untuk seluruh tanaman. Meskipun semua golongan OC telah dilarang, tingkat penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian diperkirakan masih tetap tinggi, mengingat petani mengalihkan/mencari pestisida alternatif seperti golongan OP dan karbamat. INDRANINGSIH *et al.* (2004) melaporkan bahwa residu pestisida golongan OP mulai banyak terdeteksi pada berbagai produk pertanian, peternakan maupun tanah lahan pertanian. Jenis pestisida golongan OP yang banyak digunakan saat ini adalah diazinon dan klorpirifos metil (CPM), dimana residunya sering terdeteksi pada tanah, limbah tanaman dan produk peternakan (INDRANINGSIH *et al.*, 2004). Sedangkan golongan karbamat yang umum dipakai adalah karbofuran dan paraquat sebagai herbisida (SADJUSI dan LUKMAN, 2004).

Pestisida ternyata memiliki beberapa kelemahan terutama efek samping terhadap kesehatan manusia dan ternak yang bukan target utamanya. Efek toksik pestisida terhadap berbagai hewan non-target seperti

itik, sapi perah, ayam dan manusia telah banyak dilaporkan (INDRANINGSIH, 1988; NJAU, 1988). Sekitar 4% dari penggunaan pestisida di Inggris telah menimbulkan keracunan pada hewan (QUICK, 1982). Keracunan pestisida pernah dilaporkan terjadi di Jawa Barat pada itik yang digembalakan di sawah (SABRANI dan SETIOKO, 1983). Keracunan organofosfat (OP) terjadi pada sapi perah di Jawa Barat (INDRANINGSIH *et al.*, 1988) akibat mengkonsumsi rumput yang terkontaminasi pestisida dengan gejala keracunan berupa hiperemia mata, eksudasi cairan mukus pada mata, hipersalivasi, diare, sesak napas dan mati.

Penggunaan pestisida secara berlebihan dan tidak mengikuti aturan pakai dapat menimbulkan residu pada produk pertanian maupun peternakan. Residu pestisida pada produk pangan dapat menimbulkan gangguan kesehatan masyarakat berupa keracunan, imunosupresi dan karsinogenisitas (GOEBEL *et al.*, 1982; VARSHEYA *et al.*, 1988; WALISZEWSKI *et al.*, 2003).

Keracunan residu pestisida

Sebagaimana diketahui bahwa pestisida bersifat toksik atau beracun dan berpotensi untuk menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan hewan non-target. Keracunan pestisida pada manusia dan hewan (SLAMET, 1997; INDRANINGSIH *et al.*, 1988; KISHI *et al.*, 1995; STOKES *et al.*, 1995; SPIEWAK, 2001; STALLONES dan BESELER, 2002; MOR dan OZMEN, 2003) tergantung pada tingkat toksisitas dan lamanya pemaparan, yang umumnya dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu toksisitas akut dan kronis. Toksisitas akut adalah kemampuan senyawa kimia beracun untuk menimbulkan kerusakan jaringan tubuh pada manusia atau hewan dengan dosis tunggal dalam waktu yang singkat (1 – 3 hari). Toksisitas kronis berlangsung dalam waktu lama, dengan dosis berulang dalam jumlah rendah sehingga sering menimbulkan gejala imunosupresi dan karsinogenik (GOEBEL *et al.*, 1982; WALISZEWSKI *et al.*, 2003).

Bentuk keracunan pestisida golongan OP dan karbamat, umumnya bersifat sangat toksik meskipun pestisida golongan ini mudah terurai/terdegradasi di alam maupun dalam mata rantai makanan. Keracunan OP terjadi akibat inhalasi, kontak kulit atau tidak sengaja tertelan. Derajat keracunannya dibagi menjadi 3 tingkatan, yaitu ringan, sedang dan parah (WALDRON dan GOLEMAN, 1987). Efek keracunannya berupa hambatan aktivitas enzim kolinesterase, yang dapat menimbulkan gangguan transmisi syaraf dengan gejala neurologik (PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, 2002; WALDRON dan GOLEMAN, 1987). Keracunan ringan OP sering diawali dengan gejala kelemahan, pusing, mual, muntah, keringatan, salivasi, kejang perut dan diare. Gejala keracunan sedang merupakan lanjutan gejala ringan yang disertai dengan ketidakmampuan

untuk bergerak, sangat lemah, tidak mampu bersuara dan menggerakkan otot serta kontraksi pupil. Gejala klinis tersebut dapat berubah menjadi lebih parah yang ditandai dengan tidak sadar, sekresi berlebihan dari mulut dan hidung, sulit bernafas serta diikuti dengan kematian (WALDRON dan GOLEMAN, 1987). Dilaporkan adanya gejala depresi sampai muncul gejala syaraf pada petani, yang melakukan penyemprotan OP karena terjadi keracunan (STALLONES dan BESELER, 2002).

SLAMET (1997) melaporkan kasus keracunan OP pada petani yang melakukan penyemprotan pestisida di Jawa Timur, setelah menganalisis aktivitas enzim kolinesterase. Tingkat keracunan OP selama tahun 1993 – 1995 mencapai 50%, dengan jumlah total keracunan sebanyak 741 orang. Keracunan OP pada sapi perah di Cianjur (Jawa Barat) dilaporkan oleh INDRANINGSIH (1998), dengan gejala syaraf berupa kelumpuhan serta hipersalivasi, lakrimasi, diare, sesak nafas dan kematian ternak. Kasus keracunan OP tersebut disebabkan pakannya tercemar OP (INDRANINGSIH, 1998). Kasus yang sama pernah terjadi di Kanada dimana 4 ekor sapi Frisien Holstein (FH) mati akibat keracunan *terbufos* (PRITCHARD, 1989). Sementara itu, hasil pengamatan antara tahun 1977 – 1978 terjadi kasus keracunan pada sapi di Tanzania Utara dimana sebanyak 128 ekor dari 1.061 ekor dari total populasi sapi setempat mengalami kematian dan 23,43% diantaranya disebabkan oleh OP (NJAU, 1988).

Keracunan karbamat dapat terjadi dengan pola yang sama dengan OP, dan menimbulkan gejala klinis yang sama pula, namun gejala penyakit biasanya tidak separah OP (WALDRON dan GOLEMAN, 1987). Aldicarb merupakan pestisida golongan karbamat yang banyak digunakan sebagai insektisida pada tanaman kapas di Amerika Serikat. Sebanyak 162 kasus keracunan karbamat terjadi selama 10 tahun (1988 – 1998) di Georgia, Amerika Serikat (FRAZIER *et al.*, 1999). Laporan kasus keracunan karbamat pada manusia maupun hewan di Indonesia tidak tersedia.

Tidak banyak dilaporkan kasus keracunan akibat pestisida golongan OC pada manusia dan hewan, karena adanya pelarangan penggunaannya oleh banyak negara termasuk Indonesia sejak tahun tujuh puluhan. Umumnya, gejala awal keracunan terdiri dari sakit kepala, mual, muntah, dan pusing (WALDRON dan GOLEMAN, 1987), dan pada kasus keracunan yang parah sering diikuti dengan gejala kekejangan. Pada kasus keracunan endosulfan pada sapi dalam rangka membasmi ektoparasit dengan aplikasi topikal, terlihat adanya sesak nafas, mulut mengeluarkan banyak buih, kekejangan, koma dan diikuti dengan kematian (MOR dan OZMEN, 2003).

Penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian ternyata mampu memberantas hama penyakit tanaman. Akan tetapi, tanpa disadari timbul dampak negatif

terhadap lingkungan berupa pencemaran dan residu pestisida dalam produk pertanian maupun peternakan. Residu pestisida OC dilaporkan terdeteksi pada hasil peternakan di mana status residu pestisida pada produk peternakan, khususnya daging dan susu yang diamati selama tahun 2001 sampai 2003 (INDRANINGSIH *et al.*, 2004).

Gambaran status residu pestisida pada produk peternakan (daging dan susu)

Data residu pestisida pada susu segar diperoleh dari beberapa kota di Propinsi Jawa Barat (Pangalengan dan Bogor), Jawa Tengah (Solo) dan Jawa Timur (Nongkojajar, Ngantang dan Songgoriti). Sampel dikoleksi langsung dari peternakan pada ketiga propinsi tersebut. Sampel susu dianalisis mengikuti metode SCHENCK dan WAGNER (1995).

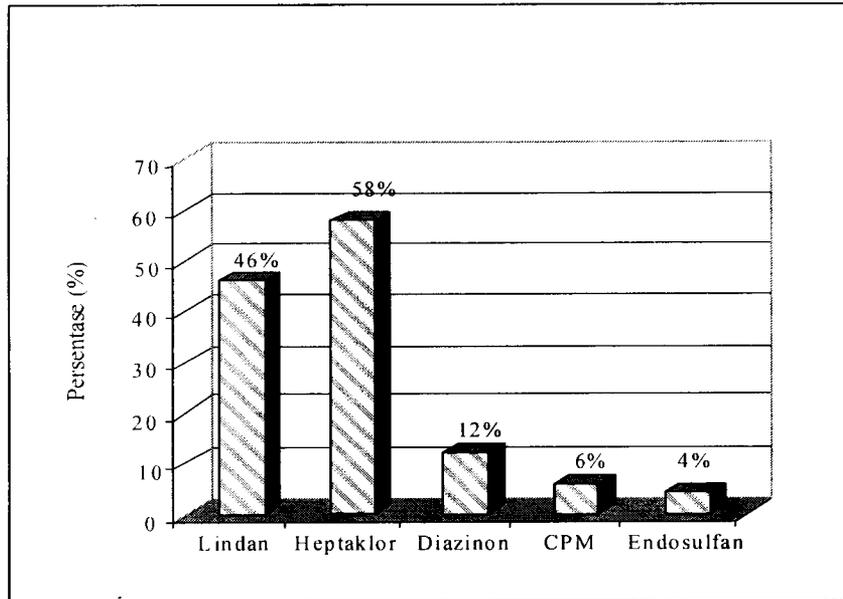
Gambar 3 dan 4 memperlihatkan tingkat residu pestisida (OC maupun OP) yang terdeteksi pada susu sapi di Jawa Barat, dari sampel yang dikoleksi di Pangalengan dan Bogor. Rataan residu pestisida pada susu asal Pangalengan lebih tinggi dari pada susu asal Bogor. Rataan total residu pestisida golongan OP (50,1 ppb) pada susu asal Pangalengan lebih tinggi daripada golongan OC (20,5 ppb). Pada susu asal Bogor terdeteksi CPM (5 ppb) sedangkan pada susu asal Pangalengan tidak ditemukan.

Dari hasil residu yang didapat dibandingkan dengan BMR terlihat residu pestisida pada susu asal Bogor masih berada di bawah nilai batas maksimum residu (BMR), tetapi terdapat dua sampel susu asal Pangalengan yang memiliki residu lebih besar daripada nilai BMR yaitu masing-masing 239,0 ppb diazinon (BMR = 200 ppb) serta 60,3 ppb heptaklor (BMR = 60 ppb) dan 143,0 ppb diazinon (STANDAR NASIONAL INDONESIA, 2001). Susu asal Bogor masih aman untuk dikonsumsi, sedangkan susu asal Pangalengan perlu diwaspadai mengingat dua dari 25 sampel susu tersebut melebihi nilai batas maksimum residu yang diizinkan oleh STANDAR NASIONAL INDONESIA (2001). Secara keseluruhan, rata-rata residu pestisida dalam susu asal Jawa Barat adalah 7,96 ppb diazinon, 5,28 ppb heptaklor, 2,26 ppb lindan, 0,36 ppb CPM dan 0,09 ppb endosulfan. Namun demikian, heptaklor dan lindan merupakan cemaran yang umum terdeteksi dari susu Jawa Barat, dengan persentase sampel positif residu pestisida masing-masing sebanyak 58% dan 46% dari 99 sampel susu yang dianalisis.

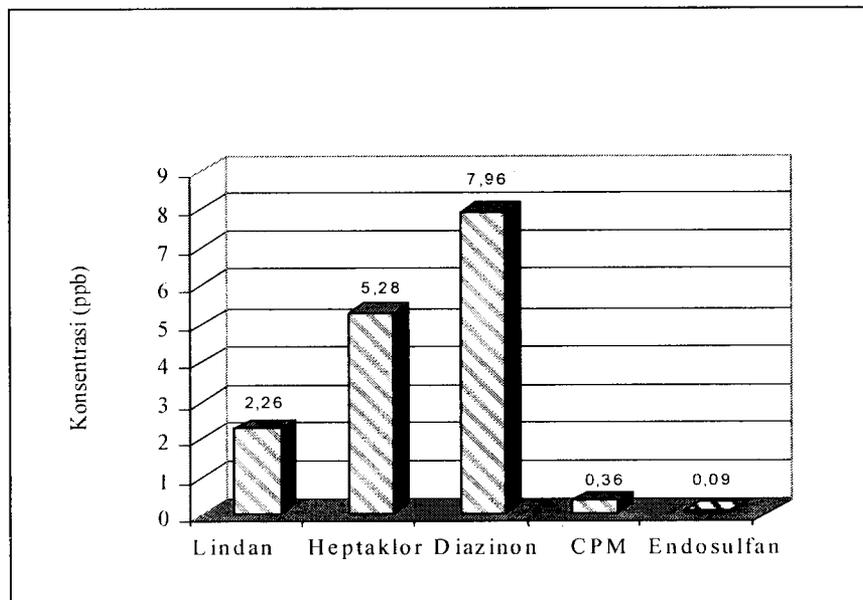
Selanjutnya, rata-rata residu pestisida dalam susu di Jawa Tengah terdiri dari 15,88 ppb lindan, 1,88 ppb aldrin, 0,84 ppb CPM, 0,35 ppb heptaklor dan 0,04 ppb endosulfan (Gambar 5 dan 6). Pada susu tersebut terlihat bahwa lindan, heptaklor dan aldrin merupakan cemaran yang dominan terdeteksi, dengan persentase positif masing-masing sampel adalah 85%, 75% dan

35%. Gambar 7 dan 8 memperlihatkan rata-ran residu pestisida pada susu Jawa Timur yang terdiri dari 1,82 ppb diazinon, 0,15 ppb lindan dan 0,05 ppb heptaklor

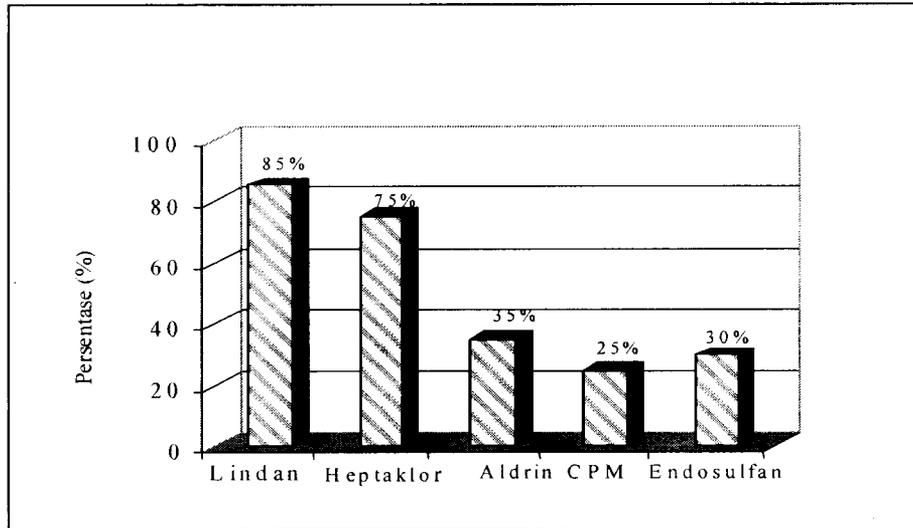
dan endosulfan. Persentase positif residu pestisida meliputi 30% lindan, 5% endosulfan dan 10% diazinon.



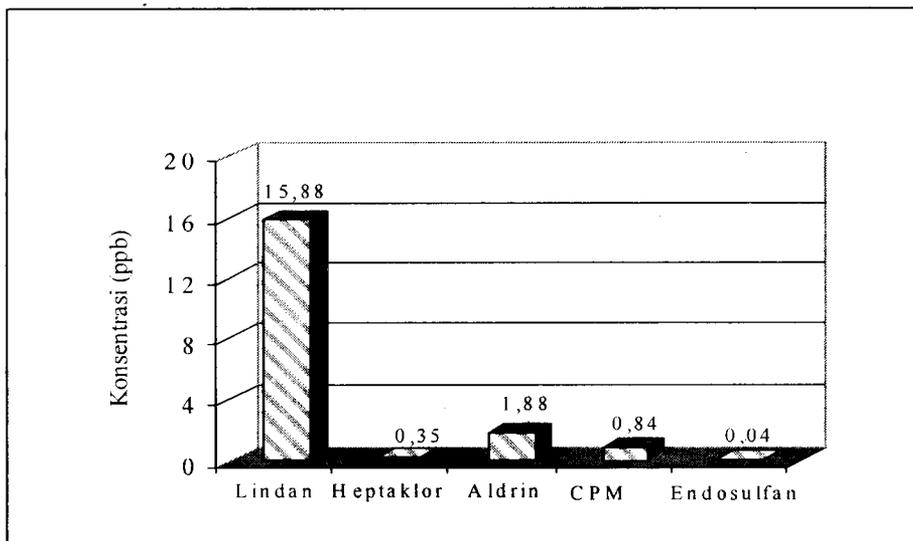
Gambar 3. Persentase sampel positif residu pestisida dalam susu di Jawa Barat



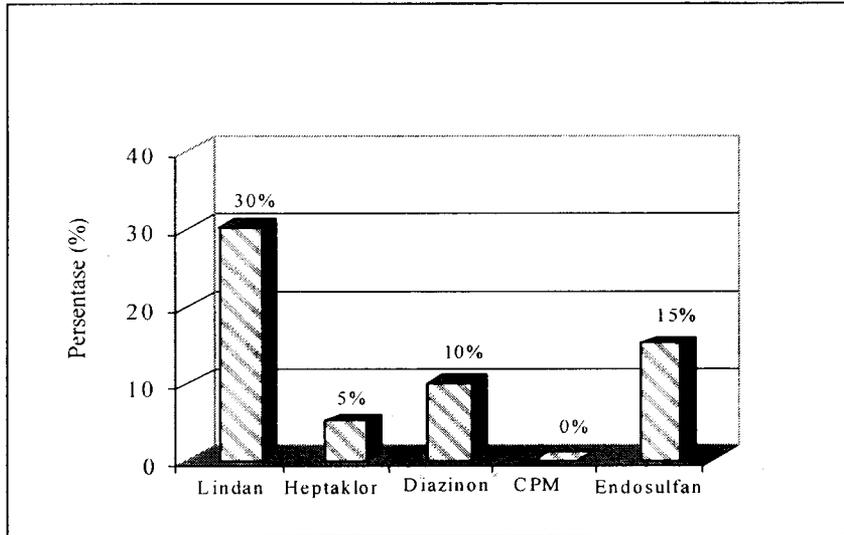
Gambar 4. Rataan residu pestisida dalam susu di Jawa Barat



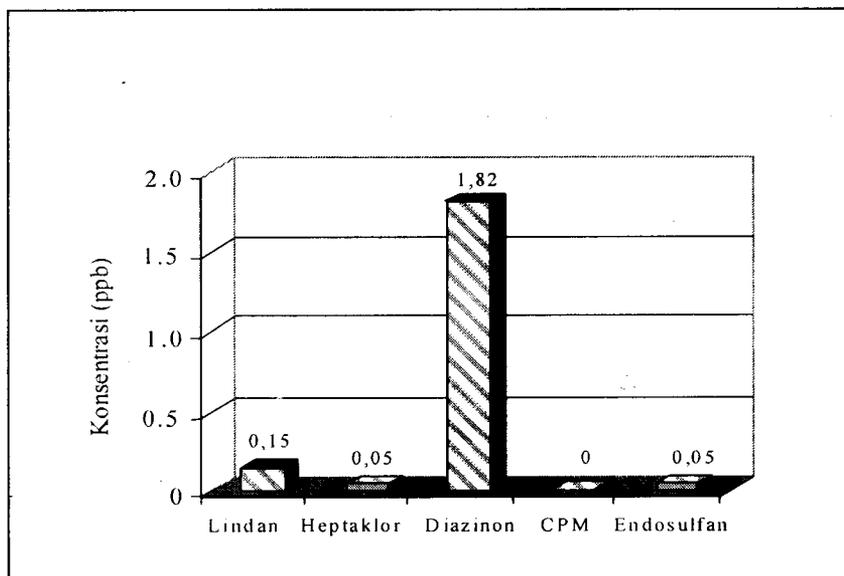
Gambar 5. Persentase sampel positif residu pestisida dalam susu di Jawa Tengah



Gambar 6. Rataan residu pestisida dalam susu di Jawa Tengah



Gambar 7. Persentase sampel positif residu pestisida dalam susu di Jawa Timur



Gambar 8. Rataan residu pestisida dalam susu di Jawa Timur

Sumber: INDRANINGSIH *et al.* (2004)

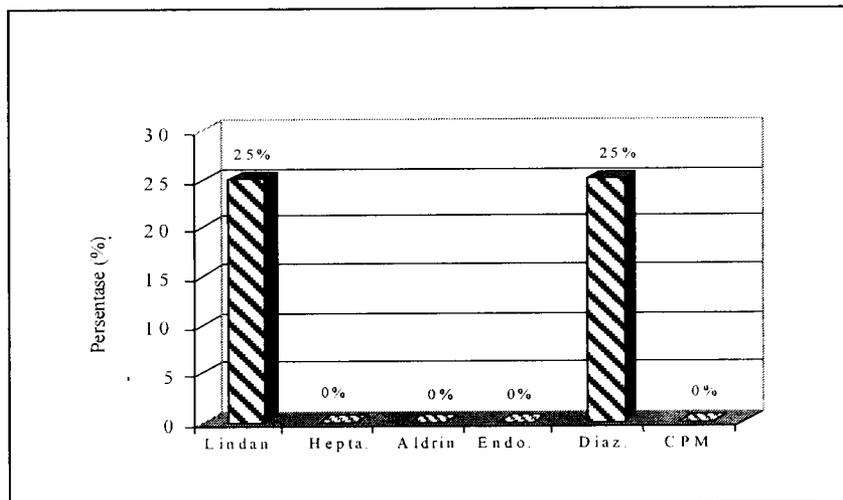
Secara umum, lindan dan heptaklor merupakan cemaran yang sering terdeteksi dari sampel yang dikoleksi dari ketiga propinsi tersebut di atas dengan kisaran masing-masing antara 30 – 85% (lindan) dan 5 – 75% (heptaklor). Tingkat pencemaran pestisida pada susu asal Jawa Tengah terlihat paling tercemar oleh pestisida dibanding dua propinsi lainnya dengan kisaran sampel positif antara 25 – 85% dibanding 4 – 58% Jawa Barat dan 5 – 30% Jawa Timur.

Selanjutnya status residu pestisida pada daging sapi potong yang dikoleksi dari Propinsi Lampung dan Jawa Barat diilustrasikan pada Gambar 9 sampai dengan 12. Dalam Gambar 9 dan 10 menunjukkan residu pestisida pada daging sapi asal dari Jawa Barat di mana kedua golongan pestisida (OC dan OP) dapat terdeteksi dengan nilai rata-ran residu mencapai 0,8 ppb lindan dan 62 ppb diazinon. Kisaran residu untuk masing-masing pestisida adalah tidak terdeteksi (tt) –

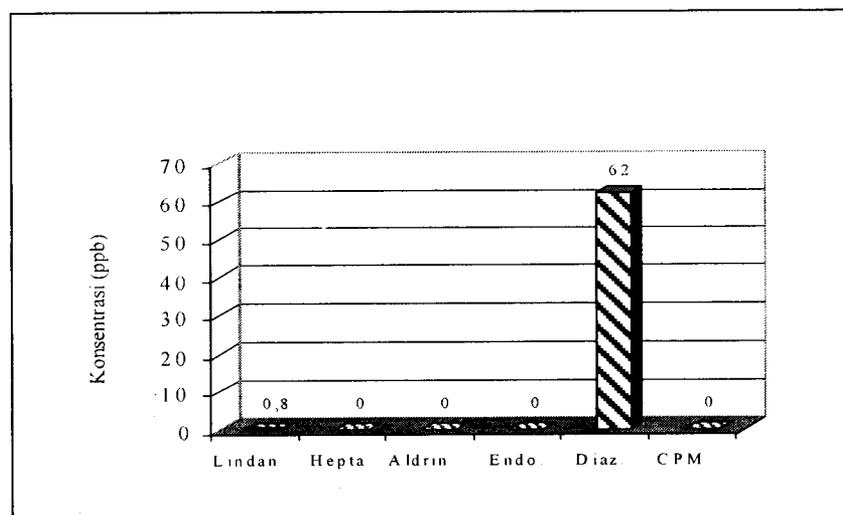
135,5 ppb (lindan) dan tt – 754,4 ppb (diazinon). Dalam hal ini terdapat beberapa sampel daging mengandung residu diazinon yang melebihi batas maksimum residu (BMR) dalam STANDAR NASIONAL INDONESIA (2001) yaitu sebesar 700 ppb. Meskipun persentase sampel positif terhadap residu kedua golongan pestisida (OC dan OP) adalah sama (25%). Namun, tingginya konsentrasi residu OP di dalam daging diperkirakan akibat penggunaan pestisida golongan ini cukup tinggi. Sementara itu, penggunaan pestisida golongan OC telah dibatasi oleh pemerintah, sehingga pestisida golongan OP digunakan sebagai insektisida untuk peternakan juga pertanian. Hal ini perlu pengamatan lebih lanjut.

Sebaliknya, residu pestisida golongan OP tidak terdeteksi pada daging asal Lampung (Gambar 11 dan

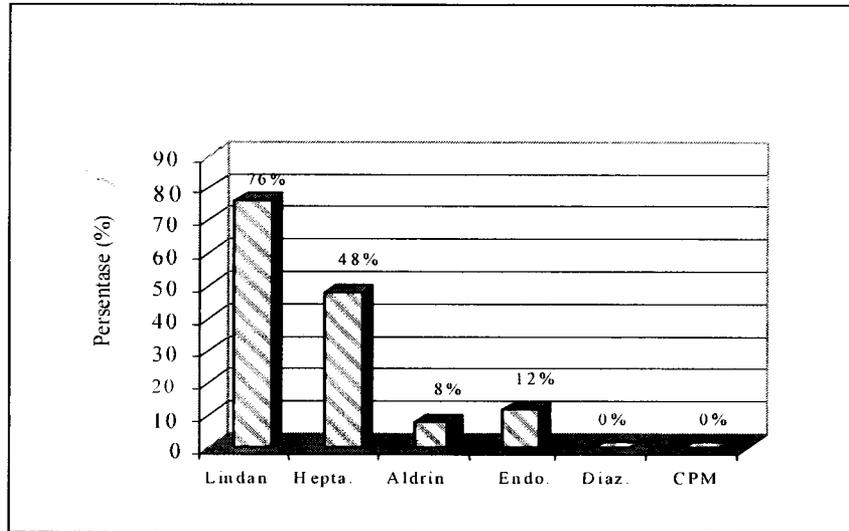
12). Beberapa jenis pestisida golongan OC terdeteksi pada sampel daging dengan rata-rata residu masing-masing mencapai 7 ppb (lindan), 2,7 ppb (heptaklor), 0,8 ppb (endosulfan) dan 0,5 ppb (aldrin). Lindan dan heptaklor merupakan residu OC yang paling sering terdeteksi dengan persentase sampel positif mencapai 76% dan 48% dan diikuti oleh 12% endosulfan serta 8% aldrin dari 48 sampel daging yang dianalisis. Konsentrasi residu pestisida tersebut masih berada di bawah batas maksimum residu yang diizinkan, sehingga masih layak untuk dikonsumsi. Hal ini mengindikasikan bahwa pestisida golongan OC masih digunakan untuk kegiatan pertanian atau akumulasi pestisida di lingkungan (tanah dan air) masih cukup tinggi.



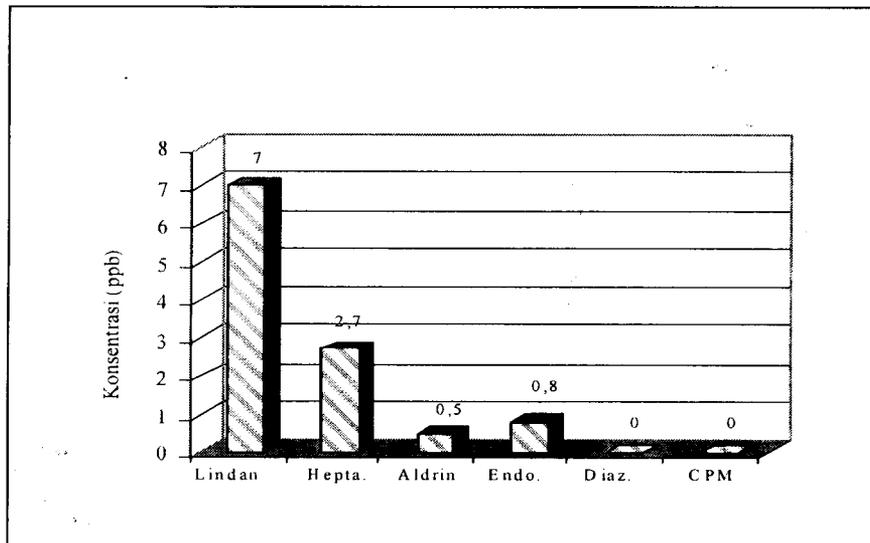
Gambar 9. Persentase sampel positif residu pestisida dalam daging di Jawa Barat



Gambar 10. Rataan residu pestisida dalam daging di Jawa Barat



Gambar 11. Persentase sampel positif residu pestisida dalam daging di Lampung



Gambar 12. Rataan residu pestisida dalam daging di Lampung

Sumber: INDRANINGSIH *et al.* (2004)

Pada Tabel 2, kondisi yang sama pernah dilaporkan terjadi di beberapa negara lainnya seperti Spanyol (MARTINEZ *et al.*, 1997), di mana pestisida golongan OC (heptaklor, lindan, aldrin, dieldrin, klordan dan DDT) dapat terdeteksi dalam sampel susu pasteurisasi. Beberapa diantaranya mengandung heptaklor yang melebihi nilai standar yang ditetapkan oleh negara tersebut. Terdeksinya residu pestisida pada susu, daging atau telur di negara lain terjadi di tahun

90-an atau sebelum tahun 2000. Dari Meksiko dilaporkan setelah tahun 2000 residu pestisida golongan oragofosfat terdeteksi pada susu (Tabel 2). Terdeteksinya residu pestisida pada susu sapi perah perlu mendapat perhatian, karena pestisida golongan OC umumnya terakumulasi di dalam lemak susu, tidak mudah terdegradasi dan memiliki sifat karsinogenik serta immunosupresi bagi kesehatan manusia (GOEBEL *et al.*, 1982; WALISZEWSKI *et al.*, 2003).

Tabel 2. Residu pestisida pada produk peternakan

Jenis dan asal sampel	% positif mengandung residu	Sumber
Susu pasteurisasi dari Meksiko, n = 96	39,6% positif organofosfat (diklorfos, phorat, klorfirifos, klorveninfos); 8 sampel > MRL	SALAS <i>et al.</i> (2003)
Susu kerbau dari 12 negara bagian di India, n = 2205	80% positif DDT dan HCH, dari yang positif tersebut DDT 37%; HCH 95% >MRL	KALRA <i>et al.</i> (1999)
Susu pasteurisasi dari Spanyol	95% positif mengandung HCH dan 12,9% dari yang positif >MRL; dan 74,63% positif klordan;	MARTINEZ (1997)
Susu sterilisasi dari Spanyol, n=208	89,9% positif: 30,2% α HCH 0,043 ppm; 34,6% lindan 0,012 ppm	GARRIDO <i>et al.</i> (1994)
Daging kambing dan babi dari Spanyol, n = 229	Daging kambing 83% positif DDT; daging babi 8,15% dan sosis ayam 25% positif dieldrin	HARRERA (1994)
Daging sapi, ayam dan babi dari Australia, n = 813330	2224 sampel positif residu pestisida (0,27%) terdiri dari DDT (0,02%), dieldrin 0,20%, heptaklor 0,02%, klordan 0,02%, BHC 0,01%	CORRIGAN dan SENEVIRATNA (1990)
Telur dari Kenya, n = 105	Positif 9 macam organoklorin dan 18 sampel mengandung residu DDT > MRL	KAHUNYO <i>et al.</i> (1988)

Data yang dilaporkan dari luar negeri mengenai residu pestisida pada produk peternakan dibandingkan dengan data dalam negeri ada beberapa perbedaan dan persamaan antara lain mengenai jenis pestisida yang terdeteksi yaitu sebagian besar adalah golongan organoklorin (DDT, heptaklor, lindan, dieldrin dan klordan). Sedangkan perbedaannya residu pestisida golongan organofosfat (diklorfos, phorat, klorfirifos dan klorveninfos) tidak terdeteksi sebelum tahun 2003. DDT sebagai kontaminan yang paling sering terdeteksi pada produk peternakan dan tingkat kontaminasi atau konsentrasi yang terdeteksi sering melebihi batas maksimum residu.

SUMBER-SUMBER RESIDU PESTISIDA PADA PRODUK TERNAK

Seiring dengan terdeteksinya residu pestisida pada produk peternakan (daging dan susu) seperti tersebut di atas, maka sumber-sumber pencemaran perlu dipelajari untuk menetapkan tindakan minimalisasi residu pestisida pada produk ternak. INDRANINGSIH *et al.* (2004) mempelajari sumber-sumber kontaminasi pestisida selama proses prapanen produk peternakan, dengan menganalisis sampel terkait seperti tanah lahan pertanian, air, hasil samping pertanian dan rumput (sebagai pakan ternak) dan pakan komersial di daerah sentra peternakan. Hasil analisis kontaminasi terlihat pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3 memperlihatkan tingkat pencemaran pestisida dalam bahan pakan dan hijauan pakan ternak yang dikoleksi dari Jawa Barat dan Lampung. Bahan pakan terdiri dari dedak, polar dan konsentrat tetapi

bahan tersebut tidak tersedia dalam sampel yang dikoleksi dari Lampung. Bahan pakan tersebut hanya diberikan pada sapi perah di Jawa Barat, sedangkan di Lampung umumnya usaha sapi potong lebih berkembang dengan pola pemberian hijauan untuk pakan ternaknya. Limbah pertanian sering diberikan untuk pakan ternak di kedua propinsi ini seperti limbah kol, jerami padi, limbah jagung dan nenas. Penggunaan bahan agrokimia juga cukup intensif untuk tanaman pangan di kedua propinsi ini. Hasil analisis menunjukkan bahwa, kedua golongan pestisida (OC dan OP) masih terdeteksi pada seluruh sampel dari Jawa dengan total residu mencapai 50,8 ppb (limbah tanaman), 48,8 ppb (rumput), 19,8 ppb (bahan pakan) dan 10 ppb (daun-daunan). Tingkat pencemaran residu golongan OP lebih tinggi dari pada golongan OC pada semua sampel di Jawa. Kondisi ini menunjukkan bahwa, petani banyak menggunakan pestisida golongan OP setelah pestisida golongan OC dilarang oleh pemerintah. Terdeteksinya pestisida golongan OC pada sampel tersebut diperkirakan oleh karena terjadi akumulasi di alam (lingkungan), akibat penggunaan masa lampau dalam waktu yang lama, di mana sifat pestisida ini sulit terdegradasi. Sementara itu, pestisida golongan OP banyak digunakan dalam kegiatan pertanian sebagai insektisida, sehingga tingkat pencemarannya terlihat pada residu yang terdeteksi pada sampel sekitar daerah pertanian (limbah tanamam, rumput dan daun-daunan). Selain itu, tingkat cemaran kedua golongan pestisida dalam pakan ternak perlu mendapat perhatian, mengingat tingkat cemaran pestisida tersebut cukup tinggi yang melebihi batas aman yang dianjurkan yaitu, sebesar 3 ppb untuk OP dan 20 ppb untuk OC (BARTIK dan PISKAC, 1981).

Hal tersebut dikhawatirkan dapat menimbulkan keracunan pada ternak maupun menimbulkan residu pada produk ternak yang dihasilkan.

Begitu pula sampel pakan ternak dari Lampung, kedua golongan pestisida (OC dan OP), di mana total residu pestisida terdeteksi sebesar 34 ppb (limbah tanaman) dan 1,8 ppb (rumput). Tingkat cemaran pestisida golongan OC lebih tinggi dari pada OP pada sampel asal Lampung ini, kemungkinan karena tidak banyak limbah dari tanaman sayur, sehingga pestisida golongan OP tidak banyak digunakan.

Tabel 4 memperlihatkan status pencemaran pestisida pada konsentrat (pakan ternak), tanah dan air yang dikoleksi dari lima propinsi yaitu Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Yogyakarta dan Lampung. Konsentrat terlihat mengandung residu pestisida cukup tinggi. Jawa Tengah (66,5 ppb), Lampung (41,5 ppb), sedangkan Jawa Timur dan Jawa Barat tidak berbeda yaitu berturut-turut 20,1 ppb dan 20,0 ppb. Cemaran residu pestisida golongan OC di Jawa Tengah (42,0 ppb), Lampung (36,7 ppb), begitu pula untuk residu pestisida golongan OP tertinggi terdeteksi pada sampel dari Jawa Tengah (24,5 ppb) dan terendah dari Lampung (4,8 ppb). Untuk sampel dari propinsi lainnya berturut-turut Jawa Timur (19,9 ppb), Jawa Barat (14,5 ppb) dan Yogyakarta (6,6 ppb). Keadaan yang sama dengan laporan sebelumnya, tingginya residu pestisida dalam pakan ternak di berbagai propinsi ini perlu diwaspadai.

Sementara, total residu pestisida (OC dan OP) pada sampel tanah asal Jawa Barat (27,8 ppb) dan Lampung (19,1 ppb) merupakan propinsi yang memiliki total residu pestisida tertinggi dibandingkan propinsi lainnya. Residu pestisida tersebut golongan OC lebih tinggi dari pada OP yaitu (23,5 ppb) Jawa Barat dan Lampung (19,1 ppb).

Untuk sampel air, hanya ada dua sampel yang dianalisis yaitu, sampel yang berasal dari Jawa Tengah (0,2 ppb) dan Jawa Barat (0,08 ppb) untuk cemaran pestisida golongan OP dan untuk OC 0,07 ppb dan 0,05 ppb berturut-turut dari Jawa Tengah dan Jawa Barat.

Laporan dari Polandia menyebutkan bahwa air minum untuk manusia 20 sampai 30% dari sampel terkontaminasi dengan residu DDT, heptaklor dan metoksiklor, meskipun masih dalam tingkat di bawah batas maksimum residu (BADACH *et al.*, 2000). Dilaporkan juga, tanah yang terkontaminasi diendrin dapat menimbulkan residu pada jaringan lemak domba yang digembalakan di tempat tersebut (PATON dan PETERSON, 1997; WILLET *et al.*, 1993).

Dari Tabel 3 dan 4 dapat dilihat bahwa terdapat hubungan antara pencemaran di dalam tanah, air, konsentrat dan hijauan pakan ternak terhadap pembentukan residu pestisida pada produk peternakan (daging dan susu). Cemaran pestisida pada air, tanah dapat menimbulkan cemaran pada pakan ternak

(rumput, hijauan lain dan konsentrat) yang pada akhirnya residu pestisida tersebut terdeteksi pada produk peternakan (daging dan susu). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tanah, air dan pakan ternak merupakan sumber pencemaran residu pestisida pada produk peternakan akibat penggunaan pestisida yang tinggi pada kegiatan pertanian.

ALTERNATIF POLA MINIMALISASI RESIDU PESTISIDA SELAMA PROSES PRODUKSI DAGING DAN SUSU

Berbagai teknik reduksi residu/cemaran pestisida di dalam produk pertanian dan peternakan telah dikembangkan melalui berbagai metode seperti teknik fisik (pemanasan dan penguapan), kimia dan teknik biologi. COULIBALY dan SMITH (1993) mempelajari termostabilitas pestisida golongan OP di dalam air dan daging sapi dan dilaporkan bahwa, perebusan daging pada suhu 70° atau 80°C dapat mempercepat proses degradasi dari komponen utama (*parent compound*) dari pestisida tersebut. Selanjutnya, COULIBALY dan SMITH (1994) mempelajari stabilitas OP dalam daging sapi terhadap suhu dan pH dan melaporkan bahwa OP akan stabil pada daging mentah pada pH 4,5 dan konsentrasinya akan menurun secara progresif sesuai dengan meningkatnya pH dari 5,5 sampai 6,5. Kombinasi antara suhu dan pH akan menurunkan konsentrasi OP pada daging, dan lebih baik dibanding hanya oleh pemanasan saja. Lebih lanjut LEE *et al.* (1991) melaporkan bahwa, perebusan beras dapat menurunkan kandungan klorpirifos (OP) sebesar 70%.

Beberapa bahan kimia dapat pula mendegradasi atau menghidrolisa pestisida, sehingga dapat menurunkan tingkat residu pestisida, dalam suatu produk. Larutan 10% metanolik potasium hidroksida dapat menghidrolisa 5 jenis OP antara lain ronnel, crumofate, fenitrothion, parathion dan methyl parathion (COBURN dan CHAU, 1974). QIAN *et al.* (1985) melaporkan bahwa, ion hidrogen peroksida lebih aktif secara kimiawi daripada ion hidroksida dalam menghidrolisa pestisida golongan OP dalam bentuk larutan atau campuran tanah, meskipun kedua ion tersebut mendegradasi OP melalui mekanisme yang sama. Beberapa mikroba mampu mendegradasi kedua golongan pestisida antara lain *Micrococcus varians* (BAYARRI *et al.*, 1998; MIRNA dan CORETTI, 1979); *Flavobacterium* sp, *Arthrobacter* sp dan *Bacillus thuringiensis* (MALLICK *et al.*, 1999; ROSE *et al.*, 2003).

Pertanian organik merupakan salah satu alternatif untuk meminimalisasi residu pestisida pada produk ternak, pertanian maupun lahan pertanian. Kegiatan pertanian organik berkembang dengan cepat di negara-negara maju dan beberapa negara berkembang termasuk Indonesia telah mulai mengembangkan

Tabel 3. Rataan residu pestisida dalam hijauan dan bahan pakan ternak di Jawa Barat dan Lampung, tahun 2001 – 2002

Daerah dan jenis sampel	Residu pestisida (ppb)										Total residu golongan		Total residu
	Lindan	Heptaklor	Endosulfan	DDT	Aldrin	Dieldrin	Diazinon	CPM	Ronnel	OC	OP		
Jawa													
Bahan pakan (n = 3)	1,2 (0,4 - 1,8)	0,7 (0 - 1,2)	0	0	0	0	14,6 (7 - 24,1)	0	3,3 (0,2 - 8,4)	1,9	17,9	19,8	
Rumput (n = 19)	11 (0,1 - 44,5)	1,7 (0,1 - 11,5)	4,6 (2,1 - 85,5)	0	6,3 (0 - 90)	1,4 (0,4 - 27)	6,9 (0,1 - 91,2)	16,9 (10 - 112,1)	0	25	23,8	48,8	
Daun-daunan (n = 31)	1,2 (0,02 - 5,5)	0,6 (0,1 - 20,5)	0	0,02 (0 - 0,4)	0	0	5,1 (0,9 - 47,9)	2,9 (0,1 - 98,3)	0,2 (0 - 1,9)	1,8	8,2	10	
Limbah tanaman (n = 31)	5,2 (0,01 - 25,4)	3,1 (0,2 - 26,8)	0,3 (0 - 4,8)	0	2,4 (0,2 - 32,4)	2,5 (0 - 39,4)	9,5 (0,8 - 33,1)	21,8 (2,4 - 97,9)	6 (0 - 23,9)	13,5	37,3	50,8	
Lampung													
Bahan pakan (Ts)	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	
Rumput (n = 4)	0,02 (0 - 0,07)	0,4 (0,2 - 1,3)	0,1 (0 - 0,5)	1,3 (0 - 5,2)	0	0	0	0	0	1,8	0	1,8	
Daun-daunan (Ts)	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	
Limbah tanaman (n = 16)	0,4 (0,07 - 2,7)	29,8 (0,2 - 211,8)	0,03 (0 - 0,5)	0,7 (5,2 - 6,2)	0	0	0	3,1 (2,3 - 36,1)	0	30,9	3,1	34	

Sumber: INDRANINGSIH *et al.* (2004)

Ts: Tidak ada sampel

Tabel 4. Rataan dan kisaran residu pestisida pada sampel yang dikoleksi dari pulau Jawa dan Lampung

Nilai	Jenis pestisida										Total residu golongan			Total residu
	Lindan	Heptaklor	Endosulfan	DDT	Aldrin	Dieldrin	Diazinon	CPM	Ronnel	OC	OP			
Konsentrat														
Jawa Barat	4,7 (0,02-27,3)	0,8 (0,9-8,8)	0	0,02 (0-0,4)	0	0	6,6 (0,1-91,2)	7,9 (0,9-96,0)	0,18 (1-1,9)	5,5	14,5	20,0		
Jawa Tengah	11,2 (1,5-25,4)	10,2 (2,4-26,8)	1,2 (0-4,8)	0	9,5 (4,7-32,4)	9,9 (0-39,4)	0	24,5 (0-97,9)	0	42,0	24,5	66,5		
Jawa Timur	0,2 (0,02-3)	0,04 (0-20,5)	0	0	0	0	14,1 (0,9-47,9)	5,8 (0,1-98,3)	0	0,24	19,9	20,1		
Yogyakarta	1,6 (0,01-4,7)	0,3 (0,2-2)	0	0	0,1 (0-2,6)	0	4,4 (0,8-20,2)	2,2 (0-19,7)	0	2,0	6,6	8,6		
Lampung	0,2 (0,07-2,7)	35,7 (0,2-211,8)	0,04 (0-0,5)	0,8 (1,0-6,2)	0	0	0	4,8 (2,3-36,1)	0	36,7	4,8	41,5		
Tanah														
Jawa Barat	19,2 (0,7-3,3)	0,4 (0,1-1,7)	1,5 (0,2-3,9)	1,9 (0,6-6,8)	0,5 (0,7-1,6)	0	1,4 (0-13,8)	2,9 (0-12,6)	0	23,5	4,3	27,8		
Jawa Tengah	0,8 (0,02-2,7)	0,2 (0,1-0,5)	0	0	0	0	0,5 (0,02-1,4)	0,008 (0-0,03)	0	1,0	0,5	1,5		
Jawa Timur	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts	Ts		
Yogyakarta	0,11 (0,02-0,5)	0,2 (0,1-0,5)	0	0	0	0	0,03 (0-0,06)	1,3 (0-3,8)	0	0,3	1,3	1,6		
Lampung	0,7 (0,07-3,2)	3,6 (0,03-17)	0	14,5 (0,03-130,4)	0	0	0	0,3 (0,5-1,9)	0	18,8	0,3	19,1		
Air														
Jawa Barat	0,07 (0,0002-0,4)	0,003 (0-0,01)	0	0	0	0	0,01 (0-0,07)	0,07 (0-0,5)	0	0,07	0,08	0,2		
Jawa Tengah	0,03 (0,0002-0,07)	0,02 (0-0,07)	0	0	0	0	0	0,2 (0-0,5)	0	0,05	0,2	0,25		

Ts = tidak ada sampel; CPM = khlorpirifosmetil

Sumber: INDRAINGSIH *et al.* (2003a; 2003b; 2004)

pertanian organik sesuai dengan potensi setempat untuk tujuan mengurangi ketergantungan terhadap pestisida. Tujuan utama pertanian organik adalah mengoptimalkan kesehatan dan produktivitas antar komunitas dari kehidupan di tanah, tumbuhan, hewan dan manusia (STANDAR NASIONAL INDONESIA, 2001). Dalam hal ini, pertanian organik cenderung menghindari penggunaan bahan-bahan agrokimia, seperti pestisida sintetis yang secara perlahan diganti dengan bahan-bahan organik seperti kompos dan pestisida botani.

INDRANINGSIH *et al.* (2003a; 2003b; 2004) telah melakukan serangkaian penelitian secara terpadu mengenai status residu dan kontaminasi pestisida pada lahan, produk dan limbah pertanian organik serta pada produk ternak yang diberi pakan limbah pertanian organik. Hasil analisis menunjukkan bahwa total residu pestisida pada tanah pertanian organik lebih rendah daripada lahan non-organik. Pola pertanian organik terlihat dapat mengurangi residu pestisida pada tanah secara bertahap. Untuk menghilangkan residu pestisida pada tanah diperlukan waktu beberapa tahun, dengan melakukan pola pertanian organik secara terus menerus. Sementara itu, INDRANINGSIH *et al.* (2003a; 2003b) melakukan penelitian tentang pengaruh limbah pertanian organik (kol dan jagung) sebagai pakan ternak terhadap tingkat residu pestisida pada produk ternak yang dihasilkan (susu dan daging) di Jawa Barat dan Lampung. Pada kol yang ditanam secara organik hanya terdeteksi residu endosulfan (1 ppb) pada lapisan luar kol (limbah) yang kemungkinan berasal dari tanah yang telah terkontaminasi (INDRANINGSIH *et al.*, 2003a). Namun, tingkat pencemaran pestisida pada limbah kol tersebut masih aman untuk digunakan sebagai pakan ternak (BARTIK dan PISKAC, 1981), dengan batas aman untuk OP adalah 3 ppb dan OC adalah 20 ppb. Pada bagian dalam kol (untuk konsumsi) tidak ditemukan adanya residu pestisida sama sekali. Sebaliknya, residu pestisida lindan terdeteksi dari kedua bagian luar dan bagian dalam kol. Selanjutnya, limbah kol organik dimanfaatkan sebagai pakan ternak dan diberikan kepada sapi perah Frisien Holstein produktif secara *ad libitum* selama 7 hari. Residu pestisida ternyata tidak terdeteksi dari susu sapi yang diberi pakan limbah organik, tetapi terdeteksi pada susu kelompok sapi yang diberi pakan limbah non-organik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil studi lapang dan studi literatur yang telah dilakukan diketahui bahwa, beberapa jenis residu pestisida dari golongan OC dan OP terdeteksi pada produk ternak (daging dan susu) antara lain lindan, heptaklor, aldrin, endosulfan, diazinon dan klorpirifos

metil. Sumber pencemaran pestisida pada produk ternak umumnya berasal dari bahan pakan, hijauan pakan ternak, tanah tercemar dan air yang terjadi selama proses prapanen. Pola minimalisasi residu pestisida dalam produk ternak dapat dilakukan selama proses prapanen secara integratif, antara lain melalui proses kimiawi, biodegradasi dengan menggunakan mikroba. Bahan kimia yang umumnya berupa larutan dapat dicampur dengan tanah melalui pemupukan dan atau penyemprotan. Pola pertanian organik merupakan salah satu alternatif yang dapat diterapkan untuk meminimalisasi kontaminasi pada lahan pertanian sehingga dapat menurunkan residu pestisida pada produk pertanian tersebut. Pemberian pakan limbah organik yang rendah residu pestisida ternyata dapat mengurangi tingkat residu pestisida pada produk ternak yang dihasilkan. Untuk menghilangkan kontaminasi pestisida pada tanah perlu dilakukan secara bertahap dengan menerapkan pola pertanian organik secara terus menerus.

DAFTAR PUSTAKA

- BADACH, H., T. NAZIMEK, R. KAMINSKI and W. TURSKI. 2000. Organochlorine pesticides concentration in drinking water from region of extensive agriculture in Poland. *Ann. Agric. Environ. Med.* 7(1): 2528.
- BADAN PENGENDALI BIMAS. 1990. Rencana dan realisasi penggunaan pestisida untuk tanaman pangan. Departemen Pertanian. 13.
- BARTIK, M. and A. PISKAC. 1981. *Veterinary Toxicology*. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam. pp. 129 – 154.
- BAYARRI, S., A. HERRERA, M.P. CONCHELLO, A.A. ARINO, R. LAZARO and C. YAGUE. 1998. Influence of meat processing and meat starter microorganisms on the degradation of organochlorine contaminants. *J. Agric. Food. Chem.* 46: 3187 – 3183.
- COBURN, J.A. and A.S.Y. CHAU. 1994. Confirmation of pesticide residue identity. VIII. Organophosphorous pesticides. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 57: 1272 – 1278.
- CORRIGAN, P.J. and P. SENEVIRATNA. 1990. Occurrence of organochlorine residues in Australian meat. *Aust. Vet. J.* 67(2): 56 – 58.
- COULIBALY, K. and J.S. SMITH. 1993. Thermostability of organophosphate pesticides and some of their major metabolites in water and beef muscle. *J. Agric. Food Chem.* 41: 1719 – 1723.
- COULIBALY, K. and J.S. SMITH. 1994. Effect of pH and cooking temperature on the stability of organophosphate pesticides in beef cattle. *J. Agric. Food Chem.* 42: 2035 – 2039.

- DIREKTORAT JENDERAL BINA PRODUKSI PETERNAKAN. 2004. Statistik Peternakan Tahun 2004. Direktorat Jenderal Bina Produksi Peternakan Departemen Pertanian.
- FRAZIER, K., G. HULLINGER, M. HINES, A. LIGGETT and L. SANGSTER. 1999. 162 Cases of aldicarb intoxication in Georgia domestic animals from 1988 – 1998. *Vet. Hum. Toxicol.* 41(4): 233 – 236.
- GARRIDO, M.D., M. JODRAL and R. POZO. 1994. Organochlorine pesticides in Spanish sterilized milk and associated health risks. *J. Food Protec.* 57(3): 249 – 252.
- GOEBEL, H., S. GORBACH, W. KAUF, R.H. RIMPAU and H. HUTTENBACH. 1982. Properties, effects, residues and analytics of insecticides endosulfan. *Residue Rev.* 83: 56 – 88.
- HARRERA, A.A. ARINO, M.P. CONCHELLO, R. LAZARO, S. BAYARRI and C. PEREZ. 1994. Organochlorine pesticide residues in Spanish meat products and meat of different species. *J. Food Protec.* 57(5): 441 – 444.
- INDRANINGSIH, R. MARYAM, R. MILTON dan R.B. MARSHALL. 1988. Organochlorine pesticide residues in bird eggs. *Penyakit Hewan.* XX(36): 98 – 100.
- INDRANINGSIH, R. WIDIASTUTI, YUNINGSIH, E. MASBULAN, Y. SANI dan G.A. BONWICK. 2003a. Identification of pesticide contamination sources in animal products from Lampung. 21st ASEAN/3rd APEC Seminar on Postharvest Technology (abstract).
- INDRANINGSIH, R. WIDIASTUTI, YUNINGSIH, E. MASBULAN, Y. SANI dan G.A. BONWICK. 2003b. Organic farming system in supporting milk production of pesticides contamination free. 21st ASEAN/3rd APEC Seminar on Postharvest Technology (abstract).
- INDRANINGSIH, Y. SANI, R. WIDIASTUTI, E. MASBULAN dan G.A. BONWICK. 2004. Minimalization of pesticide residues in animal products. *Pros. Seminar Nasional Parasitologi dan Toksikologi Veteriner.* Balai Penelitian Veteriner dan Department for International Development, Bogor. hlm. 105 – 126.
- INDRANINGSIH. 1998. Pengenalan keracunan pestisida golongan organofosfat pada ruminansia. *Pros. Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner.* Bogor, 18 – 19 Nopember 1997. Jilid I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor. hlm. 104 – 109.
- KAHUNYO, J.M., A. FROSLIE and C.K. MAITAI. 1988. Organochlorine pesticide residues in chicken eggs: a survey. *J. Toxicol. Environ. Health.* 24(4): 543 – 550.
- KALRA, R.L., H. KAUR, S. SHARMA, S.K. KAPOOR, S.S. CHAKRABORTY, R.B. KSHIRASAGAR, R.C. VAIDYA, R.B. SAGADA, S.B. SHIROLKAR, T.S. DIKSHIT, R.B. RAIZADA, M.K. SRIVASTA, V. SINGH, K.V. NAGARJA, K.M. APPALAH, M.A. SRINIVASA, M.U. RANI, SURAO, G.S. TOTEJA, J. DASGUPTA, P.K. GHOST and B.N. SUXENA. 1999. DDT and HCH residues in dairy milk samples collection from different geographical region of India: a multi centre study. *J. Addit. Contam.* 16(10): 411 – 417.
- KISHI, M., N. HIRSCHHORN, M. DJAJADISAstra, L.N. SATTERLEE, S. STROWMAN and R. DILTS. 1995. Relationship of pesticide spraying to signs and symptoms in Indonesian farmers. *Scand. J. Work Environ. Health* 21(2): 124 – 133.
- LEE, S.R., C.R. MOURER dan T. SHIBAMOTO. 1991. Analysis before and after cooking processes of a trace chlorpyrifos spiked polished rice. *J. Agric. Food Chem.* 39: 906 – 908.
- MALLICK, K., K. BHARATI, A. BANERJI, N.A. SHAKIL and N. SETHUNATHAN. 1999. Bacterial degradation of chlorpyrifos in pure cultures and in soil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 62: 48 – 54.
- MARTINEZ, M.P., R. ANGULO, R. POSO and M. JODRAL. 1997. Organochlorine pesticides in pasteurized milk and associated health risks. *Food Chem. Toxicol.* 35(6): 621 – 624.
- MIRNA, A. and K. CORETTI. 1979. Influence of processing on the degradation of pesticides in meat products. *Meat Sci.* 3: 97 – 108.
- MOR, F. and O. OZMEN. 2003. Acute endosulfan poisoning in cattle. *Vet. Human Toxicol.* 45(6): 323 – 324.
- NJAU, B.C. 1988. Pesticide poisoning in livestock in Northern Tanzania cases investigated 1977 – 1978. *Bull. Anim. Health Prod. Africa* 36(2): 170
- PATON, M.W. and D.S. PETERSON. 1997. Absortion by sheep of dieldrin from contaminated soil. *Aust. Vet. J.* 75(6): 441 – 445.
- PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY. 2002. Toxicity and potential health effects of pesticides. *Agrochemical Fact Sheet* 7: 1 – 9.
- PRITCHARD, R.D. 1989. Organophosphate toxicity in dairy cattle. *Can. Vet. J.* 30: 179.
- QIAN, C., P.F. SANDER and J.N. SEIBER. 1985. Accelerated degradation of organophosphorous pesticides with sodium perborate. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 35: 682 – 688.
- QUICK, M.P. 1982. Pesticide poisoning of livestock: A review of cases investigated. *Vet. Rec.* 111: 5 – 7.
- ROSE, M., A. CROSSAN, I.R. KENNEDY and F. SANCHES-BAYO. 2003. Bioremediation of pesticide residues in the environment. *AusAID Card Workshop* 3. pp. 61 – 64.
- SABRANI, M. dan A.R. SETIOKO. 1983. Itik gembala dan masalahnya di daerah persawahan di pedesaan. *Majalah Poultry Indonesia.* hlm. 45 – 47.
- SADJUSI dan E.I. LUKMAN. 2004. Penggunaan pestisida ditinjau dari segi pengaman lingkungan. *Pros. Seminar Nasional Parasitologi dan Toksikologi Veteriner.* Balai Penelitian Veteriner dan Department for International Development, Bogor. hlm. 85 – 96.

- SALAS, J.H., M.M. GONZALEZ, M. NOA, N.A. PEREZ, G. DIAZ, R. GUTEIERREZ, H. ZAZULTA and I. OSUMA 2003. Organophosphorus pesticide residues in Mexican commercial pasteurized milk. *J. Agric Food Chem.* 51: 4468 – 4471.
- SCHENCK, F.J. and R. WAGNER. 1995. Screening procedure for organochlorine and organophosphorous pesticide residue in milk using matrix solid phase dispersion (MSPD) extraction and gas chromatography. *Food Add and Contam.* 12(4): 535 – 541.
- SLAMET, S.S. 1997. Tingkat keracunan pestisida pada penyemprot pertanian/perkebunan di Jawa Timur. *Cermin Dunia Kedokteran* 118: 38 – 39.
- SOERJANI, M. 1990. Trend of pesticide use in Indonesia and Asian countries with negative impact to the environment. *In: Crop Protection Toward the Sustainable Agriculture and Environmental Safe Agricon.* S. PRAWIROSOEMARDJO and BASUKI (Eds.), pp. 719 – 745.
- SPIEWAK, R. 2001. Pesticides as a cause of occupational skin diseases in farmers. *Ann. Agric. Environ. Med.* 8: 1 – 5.
- STALLONES, L. and C. BESSELER. 2002. Pesticide poisoning and depressive symptoms among farm residents. *Ann. Epidemiol.* 12(6): 389 – 394.
- STANDAR NASIONAL INDONESIA. 2001. Batas maksimum cemaran mikroba dan batas maksimum residu dalam bahan makanan asal hewan. Direktorat Kesehatan Masyarakat Veteriner. Direktorat Jenderal Bina Produksi Peternakan Departemen Pertanian.
- STOKES, L., A. STARK, E. MARSHALL and A. NARANG. 1995. Neurotoxicity among pesticide applicators exposed to organophosphates. *Occup. Environ. Med.* 52(10): 648 – 653.
- VARSHHEYA, C.; H.S. BAGHGA and L.D. SHARMA. 1988. Effect of insecticide on humoral immune response in cockerels. *Short Communication. Bri. Vet. J.* 144: 610 – 612.
- WALDRON, A.C. and D.L. GOLEMAN. 1987. Pesticide user's guide. The Ohio State University. Bull. 745: 1 – 12.
- WALISZEWSKI, S.M., R. VILLALOBOS-PIETRINI, S. GOMEZ-ARROYO and R.M. INFANZON. 2003. Persistent organochlorine pesticide levels in cow's milk samples from tropical regions of Mexico. *Food Addit. Contam.* 20(3): 270 – 205.
- WILLETT, L.B., A.F. O'DONNELL, H.I. DURST and M.M. KURSZ. 1993. Mechanisms of movement of organochlorine pesticides from soils to cows via forages. *J. Dairy Sci.* 76: 1635 – 1644.

