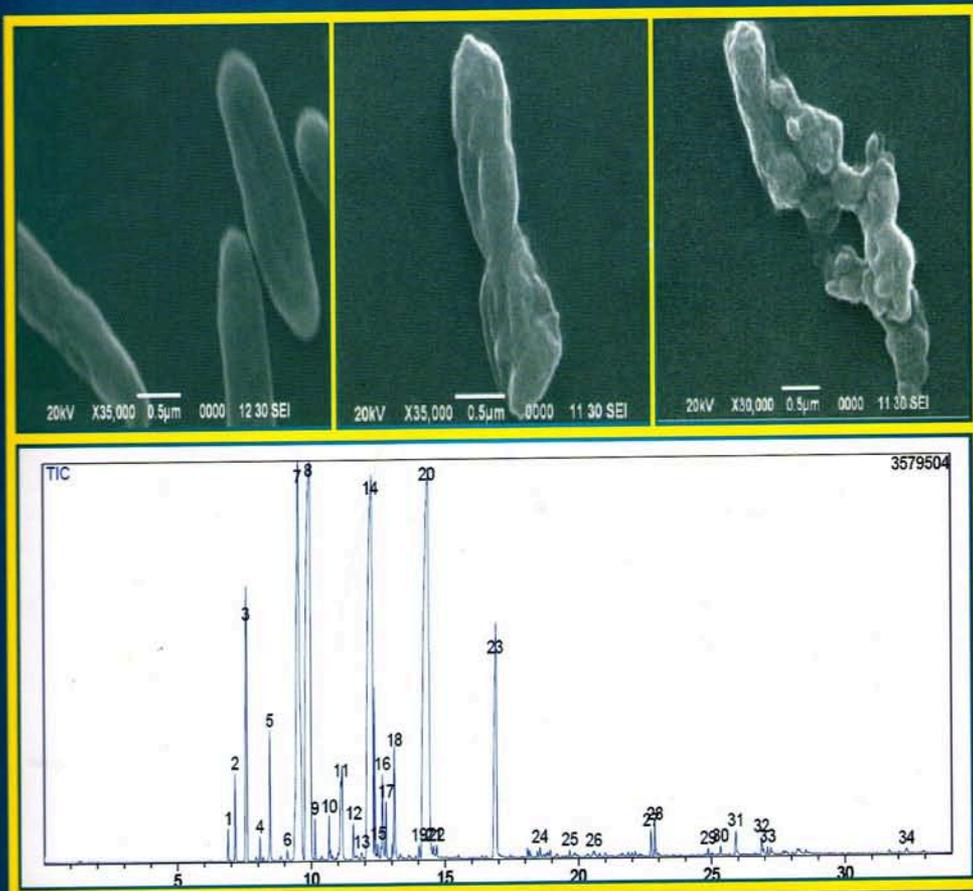


Berita Biologi

Jurnal Ilmiah Nasional



Diterbitkan Oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Berita Biologi merupakan Jurnal Ilmiah ilmu-ilmu hayati yang dikelola oleh Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), untuk menerbitkan hasil karya-penelitian (original research) dan karya-pengembangan, tinjauan kembali (review) dan ulasan topik khusus dalam bidang biologi. Disediakan pula ruang untuk menguraikan seluk-beluk peralatan laboratorium yang spesifik dan dipakai secara umum, standard dan secara internasional. Juga uraian tentang metode-metode berstandar baku dalam bidang biologi, baik laboratorium, lapangan maupun pengolahan koleksi biodiversitas. Kesempatan menulis terbuka untuk umum meliputi para peneliti lembaga riset, pengajar perguruan tinggi maupun pekaryasiswa sarjana semua strata. Makalah harus dipersiapkan dengan berpedoman pada ketentuan-ketentuan penulisan yang tercantum dalam setiap nomor.

Diterbitkan 3 kali dalam setahun yakni bulan April, Agustus dan Desember. Setiap volume terdiri dari 6 nomor.

Surat Keputusan Ketua LIPI

Nomor: 1326/E/2000, Tanggal 9 Juni 2000

Dewan Pengurus

Pemimpin Redaksi

B Paul Naiola

Anggota Redaksi

Andria Agusta, Dwi Astuti, Hari Sutrisno, Iwan Saskiawan
Kusumadewi Sri Yulita, Marlina Ardiyani, Tukirin Partomihardjo

Desain dan Komputerisasi

Muhamad Ruslan, Yosman

Distribusi

Budiarjo

Sekretaris Redaksi/Korespondensi Umum

(berlangganan dan surat-menyurat)

Enok, Ruswenti

Pusat Penelitian Biologi - LIPI
Kompleks Cibinong Science Centre (CSC-LIPI)
Jin Raya Jakarta-Bogor Km 46,
Cibinong 16911, Bogor - Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (0251) 8765063
Email: herbogor@indo.net.id
[ksama_p2biologi\(@,vahoo.com](mailto:ksama_p2biologi@vahoo.com)

Keterangan foto/ gambar cover depan: *Perbandingan tingkat kerusakan dinding sel Escherichia coli yang diperlakukan dengan minyak atsiri temu kunci (Kaempferia pandurata), dan kromatogramnya yang dihasilkan dengan GC-MS sesuai makalah di halaman 1* (Foto: koleksi Universitas Sriwijaya/ Institut Pertanian Bogor - Miksusanti).



LIPI

Berita Biologi

Jurnal Ilmiah Nasional

ISSN 0126-1754

Volume 9, Nomor 1, April 2008

Terakreditasi

SK Kepala LIPI

Nomor 14/Akred-LIPI/P2MBI/9/2006

**Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian Biologi - LIPI**

Ketentuan-ketentuan untuk Penulisan dalam Jurnal Berita Biologi

1. Karangan ilmiah asli, *hasil penelitian* dan belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain.
2. Bahasa Indonesia. Bahasa Inggris dan asing lainnya, dipertimbangkan.
3. Masalah yang diliput, diharapkan aspek "baru" dalam bidang-bidang
 - Biologi dasar (*pure biology*), meliputi turunan-turunannya (mikrobiologi, fisiologi, ekologi, genetika, morfologi, sistematik dan sebagainya).
 - Ilmu serumpun dengan biologi: pertanian, kehutanan, peternakan, perikanan air tawar dan biologi kelautan, agrobiologi, limnologi, agro bioklimatologi, kesehatan, kimia, lingkungan, agroforestri. *Aspek/pendekatan biologi* harus tampak jelas.
4. Deskripsi masalah: harus jelas adanya tantangan ilmiah (*scientific challenge*).
5. Metode pendekatan masalah: standar, sesuai bidang masing-masing.
6. Hasil: hasil temuan harus jelas dan terarah.
7. Kerangka karangan: standar.
Abstrak dalam bahasa Inggris, maksimum 200 kata, spasi tunggal, ditulis miring, isi singkat, padat yang pada dasarnya menjelaskan masalah dan hasil temuan. *Hasil dipisahkan dari Pembahasan*.
8. Pola penyiapan makalah: spasi ganda (kecuali abstrak), pada kertas berukuran A4 (70 gram), maksimum 15 halaman termasuk gambar/foto; pencantuman Lampiran seperlunya.
Gambar dan foto: harus bermutu tinggi, gambar pada kertas kalkir (bila manual) dengan tinta cina, berukuran kartu pos; foto berwarna, sebutkan programnya bila dibuat dengan komputer.
9. Kirimkan 2 (dua) eksemplar makalah ke Redaksi (alamat pada cover depan-dalam) yang ditulis dengan program Microsoft Word 2000 ke atas. Satu eksemplar tanpa nama dan alamat penulis (-penulis)nya. Sertakan juga copy file dalam CD (bukan disket), untuk kebutuhan Referee secara elektronik. Jika memungkinkan, kirim juga filenya melalui alamat elektronik (E-mail) Berita Biologi: herbogor@indo.net.id dan [ksama_p2biologi\(3\),yahoo.com](mailto:ksama_p2biologi(3),yahoo.com)
10. Cara penulisan sumber pustaka: tuliskan nama jurnal, buku, presiding atau sumber lainnya secara lengkap, jangan disingkat. Nama inisial pengarang tidak perlu diberi tanda titik pemisah.
 - a. Jurnal
Premachandra GS, H Saneko, K Fujita and S Ogata. 1992. Leaf Water Relations, Osmotic Adjustment, Cell Membrane Stability, Epicuticular Wax Load and Growth as Affected by Increasing Water Deficits in Sorghum. *Journal of Experimental Botany* 43, 1559-1576.
 - b. Buku
Kramer PJ. 1983. *Plant Water Relationship*, 76. Academic, New York.
 - c. Presiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya dan sebagainya
Hamzah MS dan SA Yusuf. 1995. Pengamatan Beberapa Aspek Biologi Sotong Buluh (*Septoteuthis lessoniana*) di Sekitar Perairan Pantai Wokam Bagian Barat, Kepulauan Am, Maluku Tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI*, Ujung Pandang 20-21 Juli 1993. M Hasan, A Mattimu, JG Nelwan dan M Littay (Penyunting), 769-777. Perhimpunan Biologi Indonesia.
 - d. Makalah sebagai bagian dari buku
Leegood RC and DA Walker. 1993. Chloroplast and Protoplast. Dalam: *Photosynthesis and Production in a Changing Environment*. DO Hall, JMO Scurlock, HR Bohlar Nordenkamp, RC Leegood and SP Long (Eds), 268-282. Chapman and Hall. London.
11. Kirimkan makalah serta copy file dalam CD (lihat butir 9) ke Redaksi. Sertakan alamat Penulis yang jelas, juga meliputi nomor telepon (termasuk HP) yang mudah dan cepat dihubungi dan alamat elektroniknya.

Berita Biologi menyampaikan terima kasih
kepada para Mitra Bestari/Penilai (Referee) nomor ini
9(1)-April 2008

- Prof. Dr. Adek Zamrud Adnan (Farmasi, FMIPA-Universitas Andalas)*
Dr. Andria Agusta (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. B Paul Naiola (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Drs. Edy Mirmanto, MSc (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Erdy Santoso (Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam
Departemen Kehutanan)
Dr. Hah Sutrisno (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Herman Daryono (Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam
Departemen Kehutanan)
Dr. Iwan Saskiawan (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Ir. Maria Imelda, MSc (Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI)
Dra. Nunuk Widhyastuti, MSi (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Nuril Hidayati (Pusat Penelitian Biologi-LIPI)
Dr. Nyoman Mantik Astawa (Departemen Virologi FKH -Universitas Udayana)

DAFTAR ISI

MAKALAH HASIL RISET (ORIGINAL PAPERS)

KERUSAKAN DINDING SEL <i>Escherichia coli</i> K1.1 OLEH MINYAK ATSIRI TEMU KUNCI (<i>Kaempferia pandurata</i>) [Cell Wall Disruption of <i>Escherichia coli</i> K1.1 by Temu Kunci (<i>Kaempferia pandurata</i>) Essential Oil] <i>Miksusanti, Betty Sri Laksmi Jennie, Bambang Ponco dan Gatot Trimulyadi</i>.....	1
KERAGAMAN AKTINOMISETES KEPULAUAN WAIGEO, KABUPATEN RAJA AMPAT, PAPUA DAN POTENSINYA SEBAGAI PENDEGRADASI SELULOSA DAN PELARUT FOSFAT [Actinomycetes Diversity in Waigeo Island, Raja Ampat Regency, Papua and Their Potentials as Cellulose Degradation and Phosphate Solubilization] <i>ArifNurkanto</i>.....	9
POTENSI IKAN MUJAIR (<i>Sarotherodon mossambica</i>) SEBAGAI BIOAKUMULATOR PENCEMARAN PESTISIDA PADA LINGKUNGAN PERTANIAN [The Potential of Mujair Fish (<i>Sarotherodon mossambica</i>) as Bioaccumulator of Pesticides Contamination in Agricultural Land] <i>Yulvian Sani dan Indraningsih</i>.....	19
PEMBUATAN STARTER UNTUK EKSTRAKSI MINYAK KELAPA MURNI MENGUNAKAN MIKROBA AMILOLITIK [Preparation of Starter for Extracting Virgin Coconut Oil by Using Amylolytic Microbes] <i>ElidarNaiola</i>.....	31
RETRANSFORMATION AND EXPRESSION OF RECOMBINANT VIRAL PROTEIN OF JEMBRANA SU AND Tat (JSU AND JTat) IN pGEX SYSTEM [Retransformasi dan Ekspresi Protein Virus Rekombinan JSU dan JTat Penyakit Jembrana dalam Sistem pGex] <i>Endang T Margawati, Andi Utama and Indriawati</i>.....	39
POPULASI POHON JENIS DIPTEROCARPACEAE DI TIGA TIPE HUTAN PAMAH KALIMANTAN [Tree Population of Dipterocarpaceae Species in Three Vegetation Types of Lowland Forests Kalimantan] <i>Herwint Simbolon</i>.....	45
DAUR PATOLOGIS TEGAKAN HUTAN TANAMAN <i>Acacia mangium</i> Willd. [Pathological Rotation of <i>Acacia mangium</i> Willd. Forest Stand] <i>Simon Taka Nuhamara, Soetrisno Hadi, Endang Suhendang, Maggy T Suhartono, Wasrin Syafii dan Achmad</i>.....	59
KEANEKARAGAMAN FLORA CAGAR ALAM NUSA BARONG, JEMBER - JAWA TIMUR [Floral Diversity of Nusa Barong Nature Reserve, Jember - East Java] <i>Tukirin Partomihardjo dan Ismail</i>.....	67
KARAKTERISASI 17 FAMILI IKAN NILA (<i>Oreochromis niloticus</i>) GENERASI KE TIGA (G-3) BERDASARKAN METODE TRUSS MORFOMETRIKS [Characterization of 17 Families of Nile tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) Third Generation (G-3) Based on Truss Morphometrics] <i>Nuryadi, Otong Zenal Arifin, Rudhy Gustiano dan Mulyasari</i>.....	81

INDUKSI KALUS DAN REGENERASI TUNAS PULAI PANDAK (<i>Rauwolfia serpentina</i> L.) [Callus Induction and Shoot Regeneration of Pulai pandak (<i>Rauwolfia serpentina</i> L.)] <i>Rossa Yunita dan Endang Gati Lestari</i>	91
POTENSI ANTIBAKTERIA EKSTRAK DAN FRAKSI LIBO (<i>Piper mlnlatum</i> Bl.) [Antibacterial Potential of Extract and Fraction of Libo (<i>Piper mlnlatum</i> Bl.)] <i>Sumarnie H Priyono</i>	99
TOLERANSI SENGON BUTO (<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Griseb) YANG DITANAM PADA MEDIA LIMBAH TAILING TERCEMAR SIANIDA DENGAN PERLAKUAN PUPUK [Tolerance of Sengon buto (<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Griseb) Grown on Cyanide Contaminated Tailing Media with Fertilizer Application] <i>Fauzia Syarif</i>	105
<u>KOMUNIKASI PENDEK</u>	
MENGESTIMASI NILAI KERUSAKAN TUMBUHAN INANG AKIBAT PEMARASITAN BENALU [Estimating the Destruction of Host Plant caused by Mistletoe Parasitizing] <i>Sunaryo</i>	111

POTENSI MAN MUJAIR (*Sarotherodon mossambica*) SEBAGAI BIOAKUMULATOR
PENCEMARAN PESTISIDA PADA LINGKUNGAN PERTANIAN
[The Potential of Mujair Fish (*Sarotherodon mossambica*) as Bioaccumulator
of Pesticides Contamination in Agricultural Land]

Yulvian Sani[✉]* dan Indraningsih

Balai Besar Penelitian Veteriner
Jin RE Martadinata 30, Bogor

*E-mail: vian_sani@yahoo.co.id

ABSTRACT

An analysis of pesticide contamination in farm sites was conducted to investigate the impacts of organochlorine contamination in environmental matrices leading to pesticide residue in animal products and to identify a bioaccumulator of freshwater (mujair) fish (*Sarotherodon mossambica*). The observation sites were selected in accordance to the presence of animal farms within the agricultural areas applying pesticides intensively, such as Bandung, Sukabumi and Bogor districts. Samples consisting of water, soils, animal feed, freshwater fish, poultry meats, eggs and weeds were collected from these areas. The study shows that some organochlorines - OC (lindan, endosulfan and DDT metabolites) were detected from all samples. Endosulfan and lindan appeared to be used extensively for horticulture activity (corn, chilly, cassava and tobacco) in these areas, where both pesticides could also be detected either from animal products (meats and eggs) or water, freshwater fish and soils collected from the same areas. The results reveals that there were positive correlation between OC contamination in the environment and residues in animal products. The weed of babadotan (*Ageratum conyzoides*) was found growing abundantly around the animal farms and was able to accumulate the pesticides. Furthermore, freshwater mujair fish (*S. mossambica*) appeared to reduce endosulfan contamination in water as indicated by an increase pesticide residues in its tissues.

Kata Kunci: endosulfan, ikan mujair (*Sarotherodon mossambica*), babadotan (*Ageratum conyzoides*), pencemaran, bioakumulator, lingkungan pertanian.

PENDAHULUAN

Isu lingkungan, ketahanan pangan (*food security*) dan keamanan pangan (*foodsafety*) menjadi perhatian utama bagi masyarakat Indonesia saat ini. Isu lingkungan merupakan kendala utama dalam menghasilkan pangan yang sehat, bersih dan berkualitas akibat dampak penggunaan bahan kimia (khususnya bahan kimia beracun) dalam kegiatan pertanian dan peternakan. Penggunaan pestisida dalam kegiatan pertanian dan peternakan dapat mempengaruhi setiap mata rantai pangan sehingga dapat mempengaruhi kualitas dan keamanan pangan serta kesehatan manusia. Beberapa program pemerintah tentang pengembangan lingkungan bersih (*clean development mechanisms*) telah diterapkan di Indonesia, yang salah satunya melakukan monitoring lingkungan hidup seperti tanah, air, udara dan pangan (asal tanaman maupun peternakan) terhadap pencemaran pestisida. Sementara itu, pestisida telah lama dimanfaatkan di Indonesia untuk melindungi tanaman, hewan dan kesehatan masyarakat. Namun dalam beberapa tahun belakangan ini timbul

permasalahan pencemaran lingkungan dan residu pestisida pada produk ternak maupun pertanian (Indraningsih *et al.*, 2004).

Pestisida adalah senyawa agrokimia yang penting dalam kegiatan pertanian untuk pengendalian hama dan penyakit. Penggunaan pestisida yang tidak tepat dapat mencemari lingkungan di mana secara persisten terakumulasi di dalam tanah dan/atau produk pangan, sehingga menimbulkan residu dan gangguan kesehatan seperti reaksi alergis, keracunan, karsinogenisitas dan bahkan kematian. Keracunan pestisida dilaporkan menjadi penyebab timbulnya gejala neuropatologi dan kematian sapi Ongole di Sukamandi, Jawa Barat (Sani dan Indraningsih, 2005). Pemaparan pestisida golongan OC (organochlorines) diketahui berkaitan erat dengan meningkatnya resiko kejadian kanker dan immunosupresi (penurunan kekebalan tubuh) dalam kesehatan manusia (Goebel *et al.*, 1982). Lebih lanjut, residu pestisida golongan OC dalam kadar yang relatif tinggi dilaporkan sering terdeteksi pada produk ternak seperti susu, telur, daging

mikroba dan biota air yang dapat digunakan untuk bioremediasi pencemaran pestisida. Beberapa mikroba dan kapang seperti *Flavobacterium* sp., *Arthrobacter* sp., *Bacillus* sp serta *Aspergillus niger* dilaporkan dapat mendegradasi pestisida (Mallick *et al.*, 1999; Rose *et al.*, 2003; Aislabie *et al.*, 1997; Lai and Saxena, 1982; Qiao *et al.*, 2003). Sedangkan cyanobacteria asal air tawar seperti *Microcystis aeruginosa* mampu mengurai lindan yang mencemari air (El-Bestawy *et al.*, 2007).

Selanjutnya beberapa jenis tanaman seperti *Canna hybrida*, *Acorus gramineus*, dan *Pontederia cordata* dilaporkan dapat digunakan sebagai biodegradator pestisida (Rose *et al.*, 2003). Dalam hal ini, *Tagetes* sp. (*Tagetes*) dan *Ageratum conyzoides* (babadotan) memiliki potensi dapat mendegradasi cemaran pestisida di lapangan. Penggunaan enzim spesifik berasal dari tumbuhan, mikroba dan hewan air untuk mendegradasi pestisida dapat digunakan dalam teknik bioremediasi.

Babadotan dan ikan mujair, diperkirakan memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan bioindikator maupun biodegradator untuk pestisida endosulfan. Babadotan dilaporkan memiliki daya akumulasi yang tinggi terhadap pestisida, herbisida dan logam berat (Gautman dan Singh, 1990; Auda *et al.*, 1990), sedangkan Kusri dan Priyono (2000) melaporkan bahwa ikan mujair dapat digunakan sebagai bioindikator dalam menganalisis pencemaran lingkungan oleh pestisida. Berdasarkan Tabel 3 di atas telah diidentifikasi bahwa tumbuhan *babadotan* (*A. conyzoides*) dan ikan mujair (*S. mossambica*) memiliki kemampuan mengakumulasi endosulfan dalam jumlah yang cukup tinggi. Pada penelitian ini dipilih ikan mujair untuk dipelajari lebih lanjut sebagai biodegradator endosulfan mengingat air sebagai media pembawa pestisida OC yang dapat menimbulkan pencemaran pada lahan peternakan dan timbulnya residu pada produk ternak. Selain itu, Kusri dan Priyono (2000) melaporkan pula bahwa ikan mujair dapat digunakan sebagai bioindikator untuk menganalisis pencemaran lingkungan air.

Meskipun saat ini telah banyak tersedia teknik-teknik pengendalian dan metoda analisa cemaran pada produk ternak, evaluasi biologis (biodegradasi dan/ atau bioremediasi) masih merupakan pendekatan yang

berperan penting untuk mengevaluasi keamanan pangan asal ternak. Kebanyakan bahan agrokimia (pestisida) menyatu dengan lingkungan tanah yang akan berinteraksi dengan organisme non-target yang terdapat di dalam tanah tersebut termasuk mikroorganisme yang mampu mengurai pestisida. Proses degradasi pestisida dapat terjadi segera setelah pestisida tersebut kontak dan/atau mengeluarkan efek toksiknya pada organisme target yaitu hama penyakit. Dengan demikian degradasi mikroba dapat menjadi faktor terpenting dalam pencegahan akumulasi pestisida di dalam tanah yang dapat menimbulkan masalah lingkungan. Namun beberapa jenis pestisida dapat mengalami degradasi secara cepat dengan keberadaan mikroorganisme tanah sehingga efektivitas pestisida terhadap organisme target menjadi sangat berkurang atau bahkan menghilang sama sekali. Fenomena ini diketahui sebagai akselerasi degradasi mikroorganisme (Kaufman dan Edwards, 1982).

Selanjutnya beberapa jenis tanaman seperti *Canna hybrida*, *Acorus gramineus* dan *Pontederia cordata* dilaporkan dapat digunakan sebagai biodegradator pestisida (Rose *et al.*, 2003). Dalam hal ini, *A. conyzoides* memiliki potensi dapat mendegradasi cemaran pestisida di lapangan (Gautman dan Singh, 1990). Namun mekanisme tumbuhan ini dalam mendegradasi pestisida perlu dipelajari lebih lanjut. Begitu pula beberapa spesies biota air seperti ikan mujair dan *Tilapia mossambica* dilaporkan mampu mengakumulasi endosulfan tanpa mengalami keracunan (Kusri dan Priyono, 2000; Warner *et al.*, 1972).

Penelitian ini telah membuktikan bahwa ikan mujair ternyata mampu mengakumulasi dan mentoleransi pencemaran lingkungan tanpa menunjukkan efek toksisitas serta menurunkan kandungan endosulfan dalam air tercemar. Namun demikian, mekanisme biologis degradasi endosulfan oleh ikan mujair perlu dipelajari lebih lanjut, khususnya peranan enzimatis dalam mendegradasi endosulfan. Peran enzim spesifik berasal dari tumbuhan, mikroba maupun biota air untuk mendegradasi pestisida dapat digunakan dalam teknik bioremediasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Sdr

Desy Setiawati dari Universitas Sahid, Jakarta yang telah membantu pengerjaan laboratorium pada penelitian ini. Kepada Drh Bagus Setiabudi dari CV Ganis Food, Bandung yang telah menyediakan sarana penelitian lapangan, diucapkan terima kasih. Serta kepada pimpinan ARMP II yang telah menyediakan dana penelitian dengan Kode Proyek No. PL. 420.0005.1058/P2KP3.

DAFTAR PUSTAKA

- Audaudi AO, TA Gbodi and YO Allu. 1990.** The lead content of plants and animals as indicators of environmental contamination. *Vet. Hum. Toxicol.* **32** (5), 454-458.
- Aislabie JM, NK Richards and HL Boul. 1997.** Microbial degradation of DDT and its residues - a review. *New Zealand J. of Agric. Res.* **40**, 269-282.
- Bollag JM and SY Liu. 1971.** Degradation of sevin by soil microorganisms. *Soil. Biol. Biochem.* **3**, 337-345.
- Casanova JA. 1996.** Use of solid phase extraction disks for analysis of moderately polar and non polar in high moisture foods. *Journal of AOAC Intern.* **79**, 936-940.
- DeSchrijver A and R DeMot. 1999.** Degradation of pesticides by Actinomyces. *Crit. Rev. in Microbiol.* **25** (2), 85-119.
- EI-Bestayw EA, AA El-Salam and AEH Mansy. 2007.** Potential use of environmental cyanobacterial species in bioremediation of lindane-contaminated effluents. *Int. Biodeterioration and Biodegradation* **59**(3), 180-192.
- Gautman S and CM Singh. 1990.** Studies on residue estimation of different herbicides by bioassay techniques using different oilseed plants as indicator plants. *Indian J. of Weed Sci.* **22**(1-2), 47-52.
- Goebel H, S Gorbach, W Kauf, RH Rimpau and H Iluttenbach. 1982.** Properties, effects, residues and analytics of insecticides endosulfan. *Residue Review* **83**, 56-88.
- Indraningsih. 2006.** Sumber kontaminan dan penanggulangan residu pestisida pada pangan produk peternakan: suatu tinjauan. *Wartazoa* **16** (2), 92-108.
- Indraningsih dan Y Sani. 2004.** Residu pestisida pada produk sapi: masalah dan alternatif penanggulangannya. *Wartazoa* **14** (1), 1-13.
- Indraningsih, Y Sani, R Widiastuti, E Masbulan and GA Bonwick. 2004.** Minimalization of pesticide residues in animal products. *Prosiding Seminar Parasitologi dan Toksikologi Veteriner*, 105-126. Balai Penelitian Veteriner, Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan dan Department for International Development (DfID), UK.
- Katayama A and F Matsumura. 1993.** Degradation of organochlorine pesticides, particularly endosulfan by *Trichoderma harzianum*. *Environ. Toxicol. Chem.* **12**, 1059-1065
- Kaufman DD and EF Edwards. 1982.** Pesticide-microbe interaction effects in persistence of pesticides in soils. *Proc. 5th Int. Congr. Pestic. Chem.* **4**, 177-182.
- Kusrini MD dan A Priyono. 2000.** Ikan sebagai bioindikator pencemaran sungai Ciliwung. *Media Konservasi* **VI** (3), 109-114.
- Lai R dan DM Saxena. 1982.** Accumulation, metabolism and effects of organochlorine insecticides on microorganisms. *Microbiol. Rev.* **46**, 95-127.
- Mallick K, K Bharati, A Banerji, NA Shakil and N Sethunathan. 1999.** Bacterial degradation of chlorpyrifos in pure cultures and in soil. *Bull. Of Environ. Contam and Toxicol.* **62**, 48-54.
- Matsumura F. 1973.** Degradation of pesticides residues in the environment. In: *Environmental Pollution by Pesticides*, 494. CA Edward (Ed). Plenum Press. London.
- Menteri Pertanian Republik Indonesia. 2001.** Keputusan Menteri Pertanian Nomor 434.1/Kpts/TP.270/7/2001 tentang Syarat dan Tatacara Pendaftaran Pestisida.
- Mukherjee I and M Gopal. 1994.** Degradation of α -endosulfan by *Aspergillus niger*. *Toxicol. Environ. Chem.* **46**, 217-221.
- Qiao ChL, YCh Yan, HY Shang, XT Zhou and Y Zhang. 2003.** Biodegradation of pesticides by immobilized recombinant *Eschericia coli*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **71**, 370-374.
- Rose M, A Crossan, IR Kennedy and F Sanches-Bayo. 2003.** Bioremediation of pesticide residues in the environment. *AusAID Card Workshop* **3**, 61-64.
- Sani Y dan Indraningsih, 2005.** Kasus keracunan pestisida golongan organofosfat pada sapi peranakan Ongole di Sukamandi, Jawa Barat. *JITV* **10**(3), 242-251.
- Schenck FJ, L Calderon and LV Podhornick. 1996.** Determination of organochlorine pesticide and polychlorinated residues in fatty fish by tandem solid phase extraction clean up. *J AOAC Internationallly*[®], 1209-1213.
- Siddique T, BC Okeke, M Arshad and WT Frankenberger. 2003.** Biodegradation kinetics of endosulfan by *Fusarium ventricosum* and a *Pandora* species. *J. Agric. and Food Chem.* **51**, 8015-8019.
- Warrier SBK, V Ninjoor and PL Sawant. 1972.** Differential release of latent lysosomal hydrolases in muscle of *Tilapia mossambica* by whole body gamma irradiation. *J. Biochem. Biophys.* **9**, 278-279.

(Indraningsih dan Sani, 2004; Sani dan Indraningsih, 2005) dan limbah tanaman pangan seperti padi, jagung, kol dan kulit kakao di Jawa Barat (Indraningsih dan Sani, 2004). Beberapa limbah tanaman pangan seperti jerami padi, kol, kulit biji kakao dan daun jagung sering dimanfaatkan sebagai pakan ternak untuk sapi potong dan sapi perah. Limbah tanaman yang tercemar tersebut pada akhirnya menimbulkan pencemaran pada produk ternak yang dihasilkan. Indraningsih (2006) melaporkan bahwa lindan, suatu pestisida golongan OC, selalu ditemukan pada sampel tanah bekas pertanian, produk pangan seperti padi, jagung dan sayuran serta produk ternak. Laporan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan lindan di dalam kegiatan pertanian cukup tinggi dan intensif meskipun penggunaannya telah dilarang oleh pemerintah sejak tahun 1980-an atau akibat penggunaan masa lalu yang sangat berlebihan di mana terjadi akumulasi yang bersifat persisten di dalam tanah pertanian (Indraningsih dan Sani, 2004).

Upaya eliminasi atau remediasi cemaran residu pestisida pada lingkungan pertanian dan peternakan belum pernah dilaporkan, meskipun beberapa residu pestisida golongan OC masih terdeteksi dari lingkungan tersebut. Remediasi dilakukan dengan beberapa metoda untuk tujuan memperbaiki lingkungan yang tercemar pestisida, antara lain imobilisasi, stabilisasi atau degradasi (penguraian) pestisida melalui proses fisik, kimia atau biologis. Teknik fisika dan kimiawi umumnya diterapkan pada daerah yang terlokalisasi dan terkontaminasi berat, tetapi memerlukan biaya tinggi. Sementara itu dalam perspektif pertanian, residu pestisida umumnya terjadi pada konsentrasi rendah dengan distribusi pencemaran yang lebih luas. Oleh karena itu, teknik bioremediasi merupakan alternatif yang lebih baik dengan biaya rendah dan mudah diterapkan (Rose *et al.*, 2003).

Pengembangan teknik bioremediasi pencemaran pestisida golongan OC pada lingkungan pertanian dan peternakan dapat menggunakan sumberdaya lokal seperti mikroba, jamur dan tanaman sebagai pengikat (*binding agent*) maupun mempercepat proses penguraian (degradasi) pestisida pada lingkungan. Indonesia memiliki berbagai jenis plasma nutfah seperti tanaman, mikroba dan biota air

yang dapat digunakan untuk bioremediasi pencemaran pestisida. Beberapa mikroba dan kapang seperti *Flavobacterium* sp., *Arthrobacter* sp., *Eschericia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus* sp. serta *Aspergillus niger* dilaporkan dapat mendegradasi pestisida (Mallicke/*a/.*, 1999; Rose *e?a/.*, 2003; Aislabee?*a/.*, 1997; Lai dan Saxena, 1982; Qiao *et al.*, 2003). *Actinomyces* sp. dilaporkan mampu mengkatabolisme sejumlah pestisida seperti organoklorin, triazine, karbamat dan organofosfat (DeSchrij ver dan DeMot, 1999). Sementara itu beberapa cyanobacteria asal air tawar seperti *Microcystis aeruginosa* mampu mengurai lindan yang mencemari air (El-Bestamy *et al.*, 2007). Beberapa spesies jamur dilaporkan pula berpotensi mengurai pestisida seperti *Fusarium solani* mengurai sevin (Bollag dan Liu, 1971), *Fusarium ventriosum* (Siddique *et al.*, 2003), *Aspergillus niger* (Mukherjee dan Gopal, 1994) dan *Trichoderma harzianum* (Katayama dan Matsumura, 1993) mengurai endosulfan. Selanjutnya beberapa jenis tanaman seperti *Canna hybrida*, *Acorus gramenius* dan *Ponterderia cordata* dilaporkan dapat digunakan sebagai biodegradator pestisida (Rose *et al.*, 2003). Dalam hal ini, *Tagetes* sp. (*tagetes*) dan *Ageratum conyzoides* (*babadotan*) memiliki potensi dapat mendegradasi cemaran pestisida di lapangan. Namun mekanisme mikroba, tanaman dan biota air dalam mendegradasi pestisida perlu dipelajari lebih lanjut. Penggunaan enzim spesifik berasal dari tanaman, mikroba dan hewan air untuk mendegradasi pestisida dapat digunakan dalam teknik bioremediasi.

Berdasarkan isu lingkungan dan pangan tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh pencemaran lingkungan terhadap residu pestisida pada produk ternak dan melakukan identifikasi bioakumulator asal tanaman dan ikan yang banyak dijumpai di sekitar lingkungan peternakan dalam rangka mengembangkan lingkungan bersih terutama lingkungan peternakan dan pertanian.

BAHAN DAN METODA

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap pengembangan teknik bioakumulator untuk menurunkan tingkat pencemaran pestisida pada lingkungan peternakan dan pertanian dalam menghasilkan produk peternakan dan

pertanian yang aman dan sehat, yaitu (1) identifikasi sumber dan cemaran pestisida pada lingkungan dan residu pestisida dalam produk peternakan dan pertanian, (2) identifikasi biota air dan tanaman liar yang dapat digunakan sebagai biodegradator pestisida golongan organoklorin dan (3) uji biologis terhadap ikan mujair (*Sarotherodon mossambica*) sebagai biodegradator pestisida golongan organoklorin.

Identifikasi cemaran pestisida pada lingkungan peternakan

Pengamatan lapangan dilakukan pada 4 (empat) lokasi di Propinsi Jawa Barat yaitu (1) Kecamatan Cicalengka - Kabupaten Bandung sebagai kawasan peternakan ayam pedaging yang berdampingan dengan kegiatan hortikultura, (2) Kecamatan Lembang - Kabupaten Bandung sebagai lokasi peternakan sapi perah dengan kegiatan hortikultura, (3) Sukabumi sebagai lokasi peternakan ayam tradisional berdampingan dengan sawah; dan (4) Bogor sebagai lokasi peternakan ayam di sekitar pemukiman.

Cicalengka merupakan kawasan hortikultura untuk tanaman jagung, cabe, tomat dan ubi kayu dan perkebunan tembakau sebagai kegiatan utamanya. Penggunaan pestisida cukup intensif untuk kegiatan pertanian yang diperkirakan berpotensi menimbulkan pencemaran pestisida pada lingkungan, produk pertanian maupun peternakan. Pada kawasan ini terdapat peternakan ayam pedaging skala besar dengan kapasitas produksi mencapai 115.000 ekor per periode serta peternakan bebek tradisional dengan skala produksi 1000 - 1500 ekor. Terletak pada lereng perbukitan dengan ketinggian 620m di atas permukaan laut (dpi) dan suhu berkisar antara 20 - 30°C. Tanaman liar babadotan (*Ageratum conyzoides*) terlihat tumbuh subur pada kawasan ini.

Lembang - Kabupaten Bandung berada pada ketinggian 700m dpi dengan suhu lingkungan berkisar 18 - 22°C. Kegiatan hortikultura merupakan kegiatan utama yang meliputi sayuran dan hijauan pakan ternak. Pada kawasan ini terdapat kegiatan peternakan sapi perah yang dikelola oleh koperasi setempat dan pemeliharaan ikan mas dan mujair. Pestisida diterapkan secara intensif untuk kegiatan pertanian dan dapat menjadi sumber pencemaran pestisida pada lingkungan dan produk pertanian dan peternakan. Sedangkan

Sukabumi merupakan areal persawahan yang berada pada ketinggian 400 - 500m dpi dan suhu lingkungan antara 28 - 30°C. Pada lokasi ini terdapat peternakan ayam pedaging dan petelur tradisional serta ayam buras.

Bogor merupakan daerah pemukiman yang terletak pada ketinggian 500m dpi dan suhu 27 - 28°C serta dijumpai beberapa kegiatan hortikultura dan peternakan ayam pedaging. Identifikasi sumber dan cemaran pestisida pada lingkungan dan produk peternakan dilakukan pada keempat lokasi tersebut dengan menggunakan *gas chromatography - electron capture detection* (GC - ECD).

Cemaran pestisida pada pakan ternak, rumput dan tanah dianalisis berdasarkan metoda yang dikembangkan oleh Casanova (1996). Sebanyak 25 g sampel diekstraksi dengan larutan aseton dan dimurnikan melalui kolom SepPak C₁₈ yang berisi larutan aseton. Analit dielusi dengan larutan aseton dan etil asetat (50:50). Kemudian dimurnikan kembali melalui kolom florisil yang berisi petroleum eter. Analit dielusi dengan larutan diklorometan, asetonitril dan heksan. Selanjutnya dievaporasi hingga kering (0,5 ml volume) dan diencerkan dengan 2 ml heksan untuk diinjeksikan ke dalam GC-ECD.

Cemaran pestisida pada produk unggas (daging dan telur) dianalisis berdasarkan metoda yang dilaporkan oleh Schenck *et al.* (1996). Sebanyak 18 sampel daging dan 14 sampel telur terlebih dahulu dihomogenisasikan masing-masingnya 2,5 gram dalam 25 ml asetonitril dan disentrifuse pada kecepatan 3000 rpm selama 5 menit. Supernatan dimurnikan melalui kolom mini SepPak C₁₈ dan florisil untuk dianalisis dengan menggunakan GC-ECD.

Matriks lingkungan yang terdiri dari tanah, air, lumpur sawah dan tanaman liar dikoleksi dari masing-masing lokasi pengamatan. Tanah dikoleksi dari Cijapati dan Lembang dengan menggunakan pipa besi khusus untuk sampling tanah yang memiliki 4 takaran kedalaman lapisan tanah. Titik pengeboran sampling tanah ditetapkan terlebih dahulu sebanyak 4 atau 5 titik untuk setiap bidang lahan pengamatan secara diagonal. Masing-masing lapisan tanah dianalisis secara terpisah dan hasil analisis merupakan rata-rata dari setiap titik sampling. Air dikoleksi dari sumber mata

air, sumur maupun air irigasi yang terdapat di keempat lokasi pengamatan. Koleksi air dilakukan dengan menggunakan botol khusus yang bebas dari cemaran pestisida dan masing-masing sumber air diambil satu botol sampel analisis. Masing-masing sampel dianalisis secara terpisah. Lumpur dikoleksi dari lumpur sawah yang terdapat di Sukabumi dan Bogor dan mengikuti prosedur yang sama dengan prosedur analisis air.

Identifikasi biota air dan tanaman liar sebagai bioakumulator pestisida

Sampel biota air terdiri dari ikan mas (2 ekor), ikan mujair (6 ekor) dan keong (3 ekor) dikoleksi dari Lembang, Sukabumi dan Bogor, kemudian dianalisis berdasarkan metoda yang dikembangkan oleh Schenck *et al.* (1996) seperti di atas. Sementara itu, sampel tumbuhan liar terdiri dari rumput liar (6 sampel) dan babadotan (5 sampel) dikoleksi dari Cicalengka, Lembang, Sukabumi dan Bogor dan dianalisis mengikuti metoda yang dilaporkan oleh Casanova (1996) seperti di atas.

Uji biologis ikan mujair (*S. mossambica*) sebagai bioakumulator

Uji toksisitas endosulfan (Thiodan^R) dilakukan terlebih dahulu pada ikan mujair (*S. mossambica*) dengan dosis bertingkat 10,5,2,5,1,0,5,0,25,0,05 dan 0,02 ppm masing-masing terdiri dari 2 ulangan. Ikan mujair dibiarkan hidup di dalam bejana yang berisi air tercemar endosulfan.

Selanjutnya analisis bioakumulator dilakukan terhadap 16 ekor ikan mujair umur 2 bulan yang

dipelihara di dalam sebuah akuarium berisi air tercemar endosulfan pada dosis sublethal selama 21 hari berturut-turut. Pergantian air tercemar endosulfan dilakukan setiap minggu untuk menjamin agar dosis pencemaran endosulfan tetap pada tingkat yang sama selama percobaan. Sedikitnya 2 (dua) ekor ikan mujair dan 25 cc air dikoleksi pada hari ke-0,1,2,3,5,7,14 dan 21 setelah intoksikasi untuk dianalisis terhadap residu endosulfan di dalam daging ikan dan air. Sebagai kontrol digunakan air yang mengandung 0,02 ppm endosulfan tanpa ikan mujair dan air PAM tanpa pestisida serta tanpa ikan sebagai pembanding. Masing-masing analisis residu pestisida dilakukan sebanyak 2 ulangan untuk sebanyak 8 kali pengamatan selama 21 hari.

HASIL

Identifikasi cemaran pestisida pada lingkungan dan produk peternakan

Pencemaran pestisida pada produk peternakan pada ketiga kabupaten (Bandung, Sukabumi dan Bogor) - Jawa Barat tertera pada Tabel 1. Hasil analisis menunjukkan beberapa jenis pestisida golongan OC yang terdiri dari lindan, endosulfan, metabolit DDD dan diazinon terdeteksi pada beberapa sampel produk peternakan dengan kisaran antara 0,4 - 9,0 ppb. Hanya metoksiklor dari 5 jenis pestisida OC yang tidak terdeteksi pada produk peternakan tersebut.

Pada sampel daging ayam (18 paket) yang dikoleksi dari ketiga kabupaten dapat terdeteksi

Tabel 1. Kandungan dan jenis pestisida pada produk dan pangas unggas di Kabupaten Bandung, Sukabumi dan Bogor - Jawa Barat.

No.	Jenis sampel/Lokasi	Jenis pestisida/Rataan konsentrasi (ppb)				
		Lindan	Endosulfan	DDD	Metoksiklor	Diazinon
I.	Bandung:					
1.	Daging ayam (10)	1,35	5,15	0,85	tt	tt
2.	Telur(10)	tt	tt	tt	tt	9,0
3.	Pakan ayam (1)	tt	2,7	tt	tt	tt
II.	Sukabumi					
1.	Daging ayam (3)	2,1	4,0	tt	tt	tt
2.	Telur (2)	2,0	4,8	tt	tt	tt
III.	Bogor					
1.	Daging ayam (5)	0,4	7,4	tt	tt	tt
2.	Telur (2)	2,0	4,8	tt	tt	tt

Keterangan:

ppb = part per billion; tt = tidak terdeteksi; DDD = dichloro diethyl dichlorate (metabolit dari DDT).

beberapa residu pestisida OC yang secara berurutan terdiri dari endosulfan (4,0 - 5,15 ppb), lindan (0,4 - 2,1 ppb) dan metabolit DDD (tt - 0,85 ppb). Sedangkan pada telur ayam (14 sampel), terlihat bahwa residu diazinon (9,0 ppb) merupakan cemaran tertinggi yang terdeteksi pada telur ayam dan diikuti oleh endosulfan (tt - 4,8 ppb) dan lindan (tt - 2,0 ppb). Sementara itu, hanya residu endosulfan (2,7 ppb) yang dapat terdeteksi pada pakan unggas.

Residu endosulfan terlihat sebagai cemaran pestisida yang banyak terdeteksi selama penelitian ini berlangsung pada produk unggas di ketiga kabupaten tersebut dengan kisaran antara 2,7 - 5,15 ppb, kemudian diikuti oleh residu lindan antara 0,4 - 2,1 ppb. Metabolit DDD dan diazinon hanya terdeteksi pada sampel produk unggas asal Kabupaten Bandung masing-masing sebesar 0,85 ppb DDD (daging ayam) dan 9,0 ppb diazinon (telur ayam). Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 434.1/Kpts/TP.270/7/2001 tentang Syarat dan Tatacara Pendaftaran Pestisida, sebanyak 37 jenis pestisida termasuk dichloro diethyl dichlorate (DDD) dan diazinon telah dilarang penggunaan dalam kegiatan pertanian (Menteri Pertanian Republik Indonesia, 2001).

Keberadaan residu metabolit DDD dan diazinon dalam produk peternakan unggas dapat disebabkan karena adanya penggunaan ilegal dari kedua jenis pestisida tersebut dalam lingkup peternakan unggas untuk pengamanan kesehatan hewannya. Namun demikian, pencemaran lingkungan dari kedua jenis

pestisida tersebut memungkinkan pula untuk terbentuknya residu pestisida tersebut yang terbawa oleh air maupun angin mengingat pestisida golongan OC sangat sulit mengalami degradasi secara alami (Matsumura, 1973). Oleh karena itu, penelitian ini berupaya untuk mengidentifikasi matriks lingkungan yang dapat dimanfaatkan sebagai bioakumulator. Analisis cemaran pestisida pada matriks lingkungan

Identifikasi cemaran pestisida pada matriks lingkungan dapat memberikan gambaran sumber-sumber terjadinya pencemaran pada produk peternakan maupun pertanian. Sampel matriks lingkungan yang terdiri dari air, tanah dan lumpur sawah dikoleksi dari lahan yang berdekatan dengan lokasi peternakan pada ketiga kabupaten di Jawa Barat. Analisis kandungan dan jenis cemaran pestisida golongan OC terlihat pada Tabel 2.

Dua jenis pestisida golongan OC yaitu lindan dan endosulfan (Tabel 2) terdeteksi pada sampel air (sungai irigasi dan sumur), tanah dan lumpur yang dikoleksi dari ketiga kabupaten di Jawa Barat, masing-masing berkisar antara 0,5 - 1,8 ppb (air irigasi), tt - 0,8 ppb (air sumur), 13,9 - 29,6 ppb (tanah) dan 3,4 - 4,6 ppb (lumpur sawah). Endosulfan merupakan cemaran yang sering dijumpai pada matriks lingkungan pada saat penelitian ini dilakukan dengan kisaran konsentrasi (0,8 - 29,6 ppb) lebih tinggi dibanding lindan (0,5 - 13,9 ppb). Tanah memiliki kandungan endosulfan yang tertinggi (29,6 ppb) yang kemudian

Tabel 2. Kandungan dan jenis pestisida pada matriks lingkungan di Kabupaten Bandung, Sukabumi dan Bogor Jawa Barat.

No.	Jenis sampel/Lokasi	Jenis pestisida/Rataan konsentrasi (ppb)				
		Lindan	Endosulfan	DDD	M etoksikhlor	Diazinon
I. 1.	Bandung: Tanah (16)	13,9	29,6	tt	tt	tt
	2.					
	Air: - Air irigasi (9) - Sumur (5)	tt tt	1,9 0,8	tt tt	tt tt	tt tt
II. 1.	Sukabumi: Lumpur sawah (S)	3,4	4,6	tt	tt	tt
	2.					
	Air irigasi (5)	1,6	0,8	tt	tt	tt
III. 1.	Bogor: Lumpur sawah (4)	tt	tt	tt	tt	tt
	2.					
	Air irigasi (4)	0,5	1,8	tt	tt	tt

Keterangan:

ppb = part per billion; tt - tidak terdeteksi; DDD = dichloro diethyl dichlorate (metabolit dari DDT).

diikuti oleh lumpur sawah (tt - 4,6 ppb), air irigasi (0,8 - 1,9 ppb) dan air sumur (0,8 ppb). Demikian pula dengan konsentrasi lindan tertinggi terdapat dalam tanah (13,9 ppb) yang diikuti dengan lumpur sawah (ft - 3,4 ppb), air irigasi (0,5 - 1,6 ppb) dan air sumur (tt). Tingkat pencemaran pestisida pada matriks lingkungan di Kabupaten Bandung terlihat lebih tinggi (0,8 - 29,6 ppb) dibanding kabupaten lainnya yaitu Sukabumi (0,8 - 4,6 ppb) dan Bogor (0,5 - 1,8 ppb).

Identifikasi biota air dan tanaman liar sebagai bioakumulator pestisida

Pada penelitian telah dilakukan pengamatan dan analisis terhadap beberapa tanaman liar dan biota air yang tumbuh subur dan dikembangkan di sekitar lokasi pengamatan di Kabupaten Bandung, Sukabumi dan Bogor, Jawa Barat. Babadotan (*Ageratum conyzoides*) terlihat tumbuh subur baik di sekitar lokasi peternakan unggas maupun pada lahan tanaman sayuran dan perkebunan. Sementara itu ikan mujair dan ikan mas dibiakkan oleh petani setempat pada air sungai irigasi dalam bentuk karamba, sedangkan keong dapat dijumpai di sekitar sungai irigasi. Dalam hal ini pestisida tidak diaplikasikan untuk matriks lingkungan.

Tabel 3 menunjukkan bahwa babadotan mampu mengakumulasi berbagai jenis pestisida golongan OC. Dari sampel babadotan terdeteksi lindan (9,45 ppb); endosulfan (7,25 ppb); metabolit DDD (23,45 ppb); dan metoksikhlor (14,7 ppb). Pada rumput liar hanya terdeteksi lindan (1,8-3,1 ppb) dan endosulfan (tt- 1,8). Sementara itu pada biota air, ikan mujair (5.

mossambica) memiliki kemampuan yang lebih tinggi dalam mengakumulasi dua jenis pestisida golongan OC yaitu lindan (2,7 - 4,9 ppb) dan endosulfan (4,6-11,5 ppb) dibanding ikan mas (*Tilapia sp.*) dan keong. Residu pestisida OC tidak terdeteksi pada ikan mas meskipun sampel dikolesi pada tempat yang sama pada perairan yang tercemar. Pada keong terdeteksi residu lindan (tt - 2,7 ppb) dan endosulfan (tt - 8,3 ppb). Pada Tabel 3 ini terlihat bahwa terdapat korelasi antara pencemaran pestisida endosulfan dan lindan pada tanah, air, produk ternak dan tumbuhan liar maupun biota air. Semakin tinggi pencemaran pada air dan tanah semakin tinggi pula akumulasi pestisida pada babadotan dan ikan mujair. Konsentrasi endosulfan pada tanah (29,6 ppb) dan air sungai irigasi (0,8-1,9 ppb) menimbulkan akumulasi endosulfan pada babadotan (7,25 ppb) dan ikan mujair (4,6 - 11,5 ppb).

Oleh karena itu, kedua jenis matriks lingkungan ini (babadotan dan ikan mujair) memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan bioindikator maupun biodegradator untuk endosulfan.

Uji biologis bioakumulator ikan mujair (5. *mossambica*).

Pada penelitian ini dipilih ikan mujair untuk dipelajari lebih lanjut sebagai bioakumulator endosulfan mengingat air sebagai media pembawa pestisida OC yang dapat menimbulkan pencemaran pada lahan peternakan dan timbulnya residu pada produk ternak. Dosis subletal endosulfan yang dapat ditoleransi dilakukan terhadap 16 ekor ikan mujair usia

Tabel 3. Kandungan dan jenis pestisida pada tanaman liar dan biota air di lingkungan peternakan Bandung, Sukabumi dan Bogor.

No.	Jenis sampel/Lokasi	Jenis pestisida/Rataan konsentrasi (ppb)				
		Lindan	Endosulfan	DDD	Metoksikhlor	Diazinon
I. Bandung:	1. Babadotan (5)	9,45	7,25	23,45	14,7	tt
	2. Ikan mas (2)	tt	tt	tt	tt	tt
II. Sukabumi:	1. Rumput (2)	3,1	tt	tt	tt	tt
	2. Keong (2)	2,7	8,3	tt	tt	tt
	3. Ikan mujair (5)	2,7	4,6	tt	tt	tt
III. Bogor:	1. Rumput (4)	1,8	1,8	tt	tt	tt
	2. Keong (1)	tt	tt	tt	tt	tt
	3. Ikan mujair (1)	4,9	1 1,5	tt	tt	tt

Keterangan:

ppb = part per billion, tt = tidak terdeteksi; DDD = dichloro diethyl dichlorate (metabolit dari DDT).

muda (2 bulan) pada dosis bertingkat. Ikan mujair dibagi sama banyak menjadi 8 kelompok yang masing-masingnya terdiri dari 2 ekor dan diintoksikasi dengan endosulfankonsentrasi 10,5,2,5,1,0,5,0,25, 0,05 dan 0,02 ppm. Intoksikasi dilakukan selama 7 hari berturut-turut dengan mengamati gejala klinis, mortalitas dan perubahan patologi anatomis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan mujair hanya mampu bertahan hidup pada dosis pencemaran 0,02 ppm. Seluruh hewan coba pada dosis 0,05 - 10 ppm mengalami kematian dengan selang waktu 10-210 menit setelah pemberian endosulfan, di mana semakin rendah dosis toksisitas semakin lama mortalitas yang terjadi (Tabel 4). Gejala klinis yang terlihat terdiri dari hiperaktif, kejang dan kematian. Patologi anatomis terdiri dari haemorrhagi di sekitar bola mata, insang dan sirip. Perubahan patologi hanya terlihat pada dosis 5 dan 10 ppm. Selanjutnya uji biologis bioakumulator untuk endosulfan dilakukan pada 16 ekor ikan mujair yang dibiarkan hidup di dalam air tercemar endosulfan sebanyak 0,02 ppm selama 21 hari. Sebagai kontrol digunakan dosis yang mengandung 0,02 ppm endosulfan tanpa ikan mujair dan air PAM tanpa pestisida serta tanpa ikan sebagai pembanding.

Analisis residu endosulfan dilakukan terhadap ikan mujair dan media air setiap hari ke-0,1,2,3,5,7,14 dan 21 setelah intoksikasi.

Pada uji biologis biodegradator ikan mujair (Tabel 5) terlihat bahwa ikan mujair mampu mengakumulasi endosulfan dan menurunkan kandungan cemaran endosulfan di dalam air. Grafik 1 menunjukkan terdapat pengaruh yang nyata ($P < 0,9$) pada penambahan ikan mujair ke dalam air yang tercemar 0,02 ppm endosulfan di mana konsentrasinya

dalam air berkurang dengan keberadaan ikan mujair. Konsentrasi endosulfan dalam air yang dicemari dengan endosulfan sebanyak 20 ppb menurun secara drastis pada hari ke-2 setelah ikan dimasukkan ke dalam air yakni dari 7,27 ppb menjadi 2,51 ppb dan secara bertahap menurun menjadi 0,52 ppb pada hari ke-5 yang selanjutnya menjadi 0,41 ppb pada akhir percobaan. Endosulfan dalam air (20 ppb) belum terakumulasi seluruhnya di dalam jaringan ikan mujair sebagaimana terlihat pada akhir percobaan pada hari ke-14 masih terdeteksi sebesar 0,41 ppb. Penurunan kandungan endosulfan dalam air terlihat bergantung pada jumlah ikan yang terdapat di dalam area media hidup ikan dan periode waktu keberadaan ikan di dalam media hidupnya. Kondisi ini terlihat pada awal percobaan di mana ikan mujair yang dimasukkan sebanyak 16 ekor ke dalam air tercemar endosulfan sebanyak 20 ppb menurun menjadi 7,21 ppb atau berkurang sebanyak 67% pada hari ke-1. Pada hari berikutnya kandungan endosulfan dalam air menurun dari 7,21 ppb menjadi 2,51 ppb atau berkurang sebesar 65,2% untuk 14 ekor, karena 2 ekor ikan dikeluarkan dari akuarium untuk analisis residu pestisida di dalam jaringannya.

Sementara itu, kandungan endosulfan tidak terdeteksi (tt) pada air PAM yang digunakan untuk media hidup maupun pada jaringan ikan mujair sebelum percobaan ini dilakukan. Hasil pengamatan ini memberikan indikasi bahwa ikan mujair memiliki kemampuan untuk mengakumulasi dan mengurangi cemaran endosulfan dalam air tercemar.

Pada Tabel 5 dan Grafik 2 memperlihatkan kemampuan ikan mujair menyerap dan mengakumulasi endosulfan dari lingkungan air yang tercemar. Residu endosulfan dalam jaringan ikan mujair terlihat

Tabel 4. Toksisitas endosulfan pada ikan mujair (*S. mossambica*).

No.	Dosis (ppm)	n	Parameter			Toksisitas
			Mortalitas	Gejala klinis	Patologi anatomi	
1.	10	2	2/2 (10 menit)	Kejang, hiperaktif	Haemorrhagi	Sangat toksik
2.	5	2	2/2 (10 menit)	Kejang, hiperaktif	Haemorrhagi	Sangat toksik
3.	2,5	2	2/2110 menit)	Kejang, hiperaktif	Tidak ada perubahan	Sangat toksik
4.	1	2	2/2(15 menit)	Kejang	Tidak ada perubahan	Toksik
5.	0,5	2	2/2 (20 menit)	Kejang	Tidak ada perubahan	Toksik
6.	0,25	2	2/2 (30 menit)	Kejang	Tidak ada perubahan	Toksik
7.	0,05	2	2/2 (210 menit)	Tidak ada gejala	Tidak ada perubahan	Toksik
8.	0,02	2	0/2	Tidak ada gejala	Tidak ada perubahan	Tidak toksik

meningkat setiap harinya dari 4,5 ppb (hari ke-1), 13,2 ppb (hari ke-5), 18,0 ppb (hari ke-14), menjadi 30,0 ppb pada akhir percobaan. Sebagaimana disampaikan di atas endosulfan tidak terdeteksi pada air PAM dan jaringan ikan mujair sebelum percobaan dilakukan yaitu pada hari ke-0. Media air yang dicemari endosulfan sebesar 20 ppb diganti baru dengan kondisi yang sama setiap 7 hari sekali. Pergantian media hidup ikan tersebut menyebabkan akumulasi endosulfan dalam jaringan ikan menjadi meningkat sampai 30 ppb pada akhir percobaan. Hasil analisis ini menunjukkan terdapat korelasi antara hari dan konsentrasi endosulfan pada jaringan ikan di dalam air tercemar endosulfan, di mana semakin lama ikan dibiarkan hidup di dalam air tercemar maka semakin tinggi residu yang dijumpai pada ikan. Selama percobaan ini tidak dijumpai kematian ikan dan gejala klinis yang menunjukkan hewan mengalami keracunan. Penelitian ini memberikan informasi bahwa ikan mujair dapat dikembangkan sebagai biodegradator maupun bioindikator untuk pencemaran lingkungan oleh pestisida golongan organoklorin, khususnya endosulfan.

PEMBAHASAN

Pestisida adalah senyawa agrokimia penting dalam kegiatan pertanian untuk pengendalian hama dan penyakit. Penggunaan pestisida yang tidak tepat dapat mencemari lingkungan di mana secara persisten terakumulasi di dalam tanah dan/atau produk pangan, sehingga menimbulkan residu dan gangguan kesehatan seperti reaksi alergis, keracunan, karsinogenisitas dan bahkan kematian.

Keberadaan residu metabolit DDD pada daging ayam menunjukkan bahwa DDT mampu berakumulasi di dalam lingkungan dalam kurun waktu yang lama, mengingat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 434.1/Kpts/TP.270/7/2001 tentang Syarat dan Tatacara Pendaftaran Pestisida bahwa sebanyak 37 jenis pestisida termasuk dichloro diethyl dichlorate (DDD) dan diazinon telah dilarang penggunaan dalam kegiatan pertanian (Menteri Pertanian Republik Indonesia, 2001). Keberadaan residu metabolit DDD, diazinon dan endosulfan dalam produk peternakan unggas dapat disebabkan karena adanya penggunaan ilegal dari kedua jenis pestisida tersebut dalam lingkup peternakan unggas untuk pengamanan kesehatan hewannya. Namun demikian, pencemaran lingkungan dari kedua jenis pestisida tersebut memungkinkan pula untuk terbentuknya residu pestisida tersebut yang terbawa oleh air maupun angin mengingat pestisida golongan OC sangat sulit mengalami degradasi secara alami (Matsumura, 1973).

Oleh karena itu, dalam penelitian ini perlu pula diketahui sumber-sumber kontaminasi pestisida golongan OC ini pada produk peternakan.

Identifikasi cemaran pestisida pada matriks lingkungan dapat memberikan gambaran sumber-sumber terjadinya pencemaran pada produk peternakan maupun pertanian.

Tingginya kandungan kontaminan endosulfan dalam sampel tanah (29,6 ppb) menunjukkan bahwa senyawa ini cukup intensif digunakan dalam kegiatan pertanian sehingga terakumulasi di dalam tanah.

Kondisi yang sama dijumpai pula pada produk

Tabel 5. Analisis cemaran dan residu endosulfan dalam air dan jaringan ikan mujair.

Hari ke-	Konsentrasi endosulfan (ppb)	
	Air tempat hidup ikan mujair	Jaringan ikan mujair
0 (blanko)	tt	tt
1	7,27	4,5
2	2,51	7,7
3	1,21	12,7
5	0,52	13,2
7	0,46	17,5
14	0,41	18,0
21	-	30,0

Keterangan:
 ppb = part per billion
 tt = tidak terdeteksi

peternakan (daging ayam, telur dan pakan unggas) di mana terdeteksi dengan kisaran sebesar 2,70 - 7,23 ppb. Penelitian ini dilakukan pada satu kawasan kegiatan pertanian (hortikultura) yang saling berdekatan dengan lokasi peternakan unggas, sehingga proses pencemaran endosulfan pada produk ternak diperkirakan akibat terbawa air maupun angin. Namun demikian, penggunaan pestisida golongan OC untuk tujuan melindungi ternak dari serangan insekta maupun kebersihan lingkungan kandang dapat pula menimbulkan terjadinya pencemaran pada produk ternak. Hal ini terlihat dari tercemarnya air sumur yang terdapat di dalam lokasi peternakan unggas sebesar 0,8 ppb yang digunakan sebagai sumber air minum ternak. Sehingga residu pestisida yang sama dijumpai pada daging dan telur ayam. Pada penelitian ini terlihat bahwa babadotan (*A. conyzoydez*) juga memiliki kemampuan sebagai bioakumulator yang potensial di mana mampu mengakumulasi beberapa jenis pestisida golongan OC seperti lindan, endosulfan, metabolit

DDD dan metoksikhlor dalam jumlah yang cukup tinggi (Tabel 3). Terdeteksinya metabolit DDD dan metoksikhlor dari babadotan tetapi tidak terdeteksi pada lahan (tanah) dimana tumbuhan tersebut tumbuh, disebabkan karena pengambilan sampel analisis tidak pada titik yang sama meskipun berada pada satu hamparan lahan. Akumulasi DDT dalam tanah ternyata tidak homogen dalam satu lahan tetapi dapat berbeda-beda baik dari sisi kedalaman (lapisan/ffyer) tanah maupun titik-titik pengambilan sampel.

Upaya eliminasi atau remediasi cemaran residu pestisida pada lingkungan dapat dilakukan melalui beberapa metoda yaitu melalui imobilisasi, stabilisasi atau degradasi (penguraian) pestisida. Teknik bioremediasi pestisida pada lingkungan dilaporkan dapat menggunakan sumberdaya lokal seperti biota air, mikroba, jamur dan tumbuhan sebagai pengikat (*binding agent*) maupun mempercepat proses penguraian (degradasi) pestisida. Indonesia memiliki berbagai jenis plasma nutfah seperti tumbuhan,

