

CEMARAN PESTISIDA FOSFAT-ORGANIK DI AIR DANAU BUYAN BULELENG BALI

I. B. Putra Manuaba

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran

ABSTRAK

Pestisida adalah suatu bahan kimia yang digunakan untuk membunuh atau mengendalikan hama. Pestisida memegang peranan penting dalam melindungi tanaman, ternak, dan untuk mengontrol sumber-sumber vektor penyakit (*vector-borne diseases*). Penggunaan pestisida oleh petani di seputaran Danau Buyan tidak terelakan. Pada penelitian ini dilakukan studi mengenai residu cemaran pestisida golongan fosfat-organik dalam air danau tersebut.

Penelitian ini adalah penelitian *expost facto* dengan rancangan *Analytical Cross Sectional Study*. Preparasi sampel dilakukan mengikuti prosedur standar, diteruskan dengan analisis residu cemaran pestisida golongan fosfat-organik menggunakan GC.

Hasil penelitian menunjukkan pada 55 titik sampel air yang diambil di lima zona sampling didapatkan adanya tiga residu cemaran pestisida fosfat-organik, yaitu: dimetoat; klorfirifos; dan profenofos, masing-masing sebesar 9,3; 3,5; dan 2,1 ppb. Total residu cemaran pestisida golongan fosfat-organik ini semuanya adalah 14,9 ppb. Nilai ini jauh di bawah ambang batas yang diizinkan yaitu sebesar 100 ppb (SK Gubernur Bali No. 515 Tahun 2000).

Kata kunci : pestisida fosfat-organik, residu cemaran, *expost facto*

ABSTRACT

Pesticide is a chemical used to destroy or to control any pest that damages plant, animal, etc. Therefore, pesticide is very important for protecting plant, animal, and in controlling vector-borne diseases. The use of pesticide is therefore inevitable. A study to investigate the organophosphate pesticide residue in water of Lake Buyan was carried out.

This is an *expost facto* study with *Analytical Cross Sectional Study* design. Sample preparation for this purposed was carried out following a standard method. Gas chromatography was employed in order to gain the organophosphate pesticide contaminant.

Organophosphate pesticide contaminant, i.e. dimethoate, chlorphyrifos and prophenofos were observed on 55 water sampling point taken from 5 zone. The residual contaminant of dimethoate; chlorphyriphose; and prophenophose, were 9.3, 3.5, and 2.1 ppb respectively. Total residual contaminant was 14.9 ppb which was bellow threshold concentration of 100 ppb (SK Gubernur Bali No. 515 Tahun 2000).

Keywords : organophosphate pesticide, residual contaminant, *expost facto*

PENDAHULUAN

Danau Buyan merupakan danau kaldera yang terbentuk dari hasil letusan gunung api dan runtuhannya Gunung Beratan dan Buyan Purba.

Keadaan ini dapat terlihat dari dinding sisi Utara danau yang curam dan membentuk tebing terjal (Dinas PU., 2000). Danau Buyan memiliki daerah tangkapan seluas 24,1 km²; dengan panjang 3,7 km dan lebar 1,25 km. Luas permukaan airnya adalah 3,67 km²; kedalaman

rata-rata 31,7 m; dan kedalaman maksimal 69 m. Volume air Danau Buyan adalah $116,25 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Bapedalda Regional II, 1999; Dinas PU., 2000).

Bahan pencemar berupa gas, material terlarut, dan partikulat dapat mencemari suatu sistem perairan danau melalui udara, tanah, limpasan pertanian, dan limbah baik publik, maupun industri. Richard dan Morgan (2002) melaporkan bahwa terjadi cemaran logam timbal dan poliklorinasi bifenil (PCB) pada ikan di Long Lake Amerika. Konsentrasi cemarannya telah berada pada ambang batas untuk dikeluarkan rekomendasi konsumsi ikan tersebut.

Di India juga dilaporkan terjadi bioakumulasi cemaran logam-logam berat seperti Pb, Cu, Cr, Mg dan Mn pada ikan di daerah Kalkuta Timur dan cemaran pestisida pada ikan Danau Kolleru. Demikian juga diketemukan adanya cemaran pestisida golongan klor organik pada air, sedimen dan ikan di Danau Paranoa Brasilia, dan Danau Taihu Cina (Amarareni dan Pillala, 2001; Buddhadeb, *et al.*, 2001).

Kondisi danau-danau di Indonesia juga mengalami hal serupa, seperti dilaporkan bahwa danau Tondano Manado, kualitas airnya telah melampaui ambang batas air golongan B yaitu air untuk bahan baku air minum. Cemaran pestisida di beberapa lokasi pengambilan sampel danau tersebut mencapai 15,68 ppm, nilai ini jauh di atas nilai ambang batas yang diperbolehkan yaitu 0,01 ppm sesuai PP. No. 20 Tahun 1990 (Veronica, 2002). Untuk danau-danau di Pulau Bali, yaitu; Danau Tamblingan dan Buyan terletak di Kabupaten Buleleng, Danau Beratan di Kabupaten Tabanan dan Danau Batur di Kabupaten Bangli, juga mengalami nasib yang serupa (Sandi Adnyana, 2003). Keempat danau ini merupakan reservoir air untuk memenuhi kebutuhan air bagi seluruh wilayah Pulau Bali. Di keempat danau ini, terutama di Danau Buyan telah terjadi peningkatan aktivitas penduduk, khususnya di bidang pertanian. Peningkatan aktivitas penduduk di sekitar danau mengakibatkan tekanan lingkungan terhadap danau pun meningkat. Berdasarkan hasil penelitian kualitas air Danau Buyan didapatkan bahwa kualitas airnya memenuhi baku mutu kelas III sesuai PP. Nomor 82 Tahun 2001. Baku

mutu kelas III adalah syarat kualitas air yang digunakan untuk tanaman, peternakan, dan pemeliharaan ikan air tawar (Tantri Endarini, 2004).

Sifat-sifat kimia, biologi maupun fisika air merupakan indikator kualitas ekosistem di lingkungan air tersebut. Walaupun cemaran pada air danau berada di bawah nilai ambang batas yang ditetapkan, namun dapat mengakibatkan cemaran yang tinggi pada biota air termasuk ikan. Hal ini disebabkan terjadinya bioakumulasi pada biota tersebut sehingga beresiko bila dikonsumsi (US. EPA., 2000).

Penggunaan pestisida dalam menopang peningkatan produk pertanian maupun perkebunan telah banyak membantu untuk meningkatkan produksi pertanian. Namun demikian penggunaan pestisida ini juga memberikan dampak negatif baik terhadap manusia, biota maupun lingkungan. Erin, *et al.* (2001) mendapatkan bahwa terjadi resiko kematian janin dua kali lebih besar bagi ibu yang saat kehamilannya berusia 3-8 minggu tinggal dekat areal pertanian dibandingkan dengan yang tinggal jauh dari daerah pertanian. Penggunaan herbisida klorofenoksi (yang mengandung 2,4-D) telah terbukti mengakibatkan resiko cacat bawaan pada bayi yang dilahirkan oleh ibu-ibu yang bermukim didekat daerah pertanian (Schreinemachers, 2003).

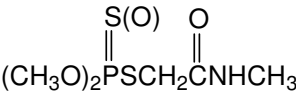
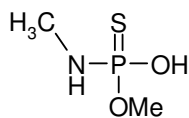
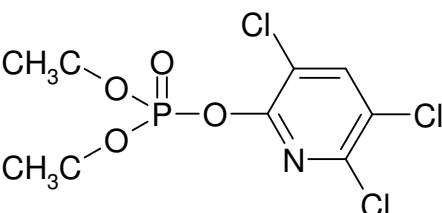
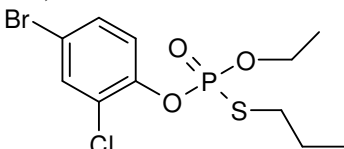
Penggunaan pestisida oleh petani di sekitar tepian Danau Buyan tidak terelakan, data yang diperoleh dari kelompok tani di kawasan tersebut menunjukkan bahwa dalam setahun disemprotkan sekitar 1500 kg pestisida padat dan 140 L pestisida cair. Pestisida fosfat-organik yang digunakan di sekitar Danau Buyan disajikan pada Tabel 1. Penggunaan pestisida ini juga memberikan dampak negatif, seperti dilaporkan oleh Wira Maharani (2004), didapatkan bahwa 28 % petani di sekitar Danau Buyan mengalami keracunan pestisida akibat terpapar saat penggunaan pestisida. Dilaporkan pula bahwa terdapat residu cemaran pestisida klor-organik (DDT dan klorotalonil) pada air Danau Buyan, namun cemaran tersebut masih jauh di bawah nilai ambang batas yang diizinkan (Putra Manuaba, 2007).

Mengingat hal yang telah diuraikan di atas, pada penelitian ini dilakukan studi

mengenai residu cemaran pestisida fosfat-organik di air Danau Buyan. Pada penelitian ini dipilih Danau Buyan sebagai model, mengingat danau ini banyak mendapatkan tekanan akibat peningkatan aktivitas pemanfaatan kawasan danau, sebagai objek pariwisata, perkembangan aktivitas perhotelan, dan pertanian di wilayah tepian danau. Secara keseluruhan pemanfaatan kawasan tepian Danau Buyan adalah bagian Barat masih merupakan vegetasi alami darat

berupa hutan, bagian Utara merupakan daerah sempadan terjal yang masih alami, bagian Timur merupakan daerah dengan aktivitas pertanian, dan bagian Selatan merupakan kawasan pemukiman, pertanian, perkebunan dan perikanan. Luas areal pertanian mencapai 377,55 ha atau sekitar 29,5% dari keseluruhan kawasan Danau Buyan (Dinas PU., 2000; Bapedalda Regional II, 2002; Sandi Adnyana, 2003).

Tabel 1. Pestisida Golongan Fosfat-Organik yang Dipakai Di Sekitar Danau Buyan

No	NAMA DAGANG	BAHAN AKTIF	RUMUS KIMIA	BMR (mg/kg)
Golongan Fosfat-organik				
1	Dimacid	Dimetoat.	O,O-Dimetil-S-(N-metilkarbamoilmetil fosforoditioat). 	0,01
2	Calikron. Kwikwang	Metamidopos	O,S-dimetilfosfosamidotioat 	0,004
3	Dursban Kaliandra	Klorpirifos	O,O-dietil-O,3.5.6-trikloro-2-piridil fosforotioat 	0,05
4	Curacron	Profenofos	(RS)-(O-4-bromo-2-klorofenil O-etil S-propil fosforotioat) 	0025

MATERI DAN METODE

Bahan

Sampel berupa air Danau Buyan yang diambil di 5 zona *sampling* (Barat, Utara, Timur, Selatan, dan Tengah). Pada masing-masing zona ditetapkan 11 titik pengambilan sampel dan

dimasing-masing titik diambil sampel pada ke dalaman 1 m, 3 m (daerah batas penetrasi cahaya efektif), dan 5 m (daerah tidak terlihat adanya cahaya). Dilakukan komposit terhadap sampel-sampel yang diambil dari ketiga kedalaman tersebut, sehingga terdapat 55 sampel untuk keseluruhan zona *sampling*.

Bahan kimia yang digunakan adalah bahan kimia dengan tingkat kemurnian untuk analisis kromatografi (*HPLC grade*), produksi J.T. Baker, dan langsung digunakan tanpa ada proses pemurnian. Bahan-bahan kimia tersebut adalah: petroleum eter, aseton, dietil eter, aseton (20 %) dalam petroleum eter, aseton (40 %) dalam petroleum eter, dietil eter (10 %) dalam petroleum eter, natrium sulfat anhidrat, florisil aktif (6 %) 60-80 mesh, timah(II) klorida, asam klorida, asam sulfat, asam nitrat, kalium permanganat. Pestisida standar metamidopos, dimetoat, klorpirifos, dan profenofos bantuan dari Petrosida Gresik.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah; kertas penyaring, timbangan, gelas funel, labu alas datar (250 mL), *rotary evaporator*, gelas ukur bertutup (25 mL), jarum suntik (5 mL) dengan ukuran jarum 100 µL, kromatografi gas (KG) Varian 3300, dengan detektor penangkap elektron (UPT. Laboratorium Analitik Universitas Udayana.

Cara Kerja

Pengambilan sampel air

Sampel air diambil menggunakan alat *Kemmerer bottle sampler* di 11 titik di setiap zona *sampling*, dilakukan sebagai berikut (Anonim, 2002) :

1. Botol sampel telah dipersiapkan di laboratorium dibilas dengan petroleum eter.
2. Saat pengambilan sampel air, botol tidak perlu dibilas dengan sampel yang akan diambil.
3. Botol diisi sampel air tidak sampai penuh.
4. Tidak diperlukan preservasi, tetapi botol setelah diisi sampel air segera ditutup rapat dan diisolasi.
5. Ditempatkan pada bok berisi es, dibawa ke laboratorium dan disimpan direfrigerator sebelum dianalisis.

Analisis penentuan pestisida pada sampel air

Destruksi sampel air dilakukan dengan cara sebagai berikut, dilanjutkan dengan analisis menggunakan GC (Anonim, 1992; Jean Hsu and Hsiao Feng, 2002).

1. Sebanyak 100 mL sampel air dimasukkan ke dalam corong pemisah (500 mL).

2. Ke dalam corong pemisah tersebut di tambahkan larutan dietil eter 15 % dalam petroleum eter sebanyak 20 mL, dan dikocok selama 2 menit.
3. Sampel dibiarkan sehingga terjadi pemisahan (terbentuk dua lapisan).
4. Lapisan bawah ditampung dalam gelas beaker (100 mL), dan lapisan atas (lapisan organik) ditempatkan pada gelas labu (250 mL).
5. Lapisan bawah dimasukkan kembali ke corong pemisah dan dilakukan kembali langkah 3 dan 4, lalu lapisan organiknya digabungkan pada gelas labu.
6. Lapisan bawah di masukkan kembali ke dalam corong pemisah dan dijenuhkan dengan larutan natrium klorida, selanjutnya ditambahkan larutan petroleum eter (20 mL), kocok selama 2 menit, biarkan memisah dan lapisan bawahnya dibuang, sedangkan lapisan atas digabung dengan lapisan atas lainnya dalam gelas labu.
7. Lapisan atas (organik) ini selanjutnya dikeringkan menggunakan *rotary evaporator*, kemudian tambahkan petroleum eter 5 mL dan natrium sulfat anhidrat serta diaduk untuk memisahkan semua air yang masih tersisa.
8. Selanjutnya sampel siap dianalisis dengan Kromatografi Gas dan Kromatografi Gas – Spektroskopi Massa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Besarnya residu cemaran pestisida ini dihitung sesuai dengan perhitungan pada persamaan berikut :

$$\text{Residu} = \frac{\text{Area sampel}}{\text{Area standar}} \times \text{konsentrasi std.} \times \frac{\text{volume akhir}}{\text{Volume air}} \quad \text{mg/l}$$

(Anonim, 1992)

Hasil analisis residu cemaran pestisida golongan fosfat-organik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Residu Cemaran Pestisida Fosfat-Organik Air Danau Buyan

No	Residu pestisida ($\mu\text{g/L}$) pada Zona				
	I (Barat)	II (Timur)	III (Selatan)	IV (Utara)	V (Tengah)
A.1 Dimetoat (fosfat-organik)					
1	4,5	16,0	20,3	4,7	1,9
2	5,1	16,0	22,0	2,4	2,5
3	5,0	12,0	21,0	4,4	2,0
4	4,9	12,0	23,0	3,1	3,0
5	4,9	16,0	18,0	3,8	1,7
6	5,2	12,0	23,0	4,7	1,9
7	4,5	16,0	22,0	2,4	2,5
8	5,1	16,0	21,0	4,4	2,0
9	5,0	12,0	23,0	2,1	3,0
10	4,9	12,0	18,0	3,8	1,7
11	4,9	16,0	23,0	4,7	1,9
Mean	4,9	14,2	21,0	3,7	2,2
SD	0,23	2,09	1,84	1,01	0,48
A.2 Klorpirifos (fosfat-organik)					
1	1,3	1,3	6,0	1,0	8,6
2	1,2	1,3	5,3	1,0	9,4
3	1,1	1,3	5,5	1,2	8,0
4	1,1	1,2	5,2	1,3	7,0
5	1,3	1,3	6,3	1,0	8,0
6	1,2	1,3	6,0	1,0	8,6
7	1,3	1,3	5,9	1,0	9,4
8	1,2	1,3	5,9	1,2	8,0
9	1,1	1,2	5,2	1,3	7,0
10	1,1	1,3	5,1	1,0	8,0
11	1,3	1,3	6,0	1,0	8,6
Mean	1,2	1,3	5,7	1,1	8,2
SD	0,0089	0,0041	0,042	0,013	0,08
A.3 Profenofos (fosfat-organik)					
1	1,0	3,2	3,2	1,0	1,5
2	1,1	3,4	3,8	1,0	1,6
3	1,2	2,3	4,5	1,1	1,7
4	1,4	2,3	3,3	1,0	1,7
5	1,4	2,9	4,5	1,0	1,6
6	13,	3,2	3,2	1,0	1,6
7	1,0	3,4	3,8	1,0	1,5
8	1,1	2,3	4,5	1,1	1,6
9	1,2	2,9	3,3	1,0	1,7
10	1,4	3,2	4,5	1,0	1,7
11	1,4	3,4	3,2	1,0	1,6
Mean	1,2	2,9	3,8	1,0	1,6
SD	0,0121	0,045	0,059	0,004	0,008

Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan skrining menggunakan 4 golongan fosfat-organik, yang terdiri dari; metamidopos, dimetoat, klorpirifos, dan profenofos. Dari 4 golongan pestisida fosfat-organik yang diskriming hanya terdeteksi ada 3 golongan yaitu dimetoat, klorpirofos, dan profenofos. Terjadinya pencemaran pestisida golongan fosfat-organik ini terhadap lingkungan danau Buyan disebabkan oleh beberapa hal seperti cara aplikasi, wujud pestisida saat diaplikasikan, sifat tanah dan tanaman, volatilitas dan solubilitas pestisida, serta iklim.

Hasil analisis laboratorium residu cemaran pestisida fosfat-organik pada air Danau Buyan disajikan pada Tabel 2. Rata-rata secara keseluruhan untuk dimetoat, klorpirifos, dan profenofos masing-masing adalah 9,3; 3,5; dan 2,1 ppb. Sehingga total pestisida golongan fosfat-organik pada air Danau Buyan yang didapat adalah 19,1 ppb. Nilai ini masih jauh di bawah nilai ambang batas yang diijinkan sesuai SK Gubernur Bali No. 515 Tahun 2000 yaitu sebesar 100 ppb.

Data cemaran residu fosfat-organik berdasarkan zona *sampling* menunjukkan bahwa, ternyata residu terbesar baik dimetoat, klorpirifos, maupun profenofos didapatkan di zona Timur dan Selatan. Residu cemaran fosfat-organik di zona Timur dan Selatan masing-masing didapatkan sebesar $14,2 \pm 2,09$ dan $21,0 \pm 1,84$ ppb untuk dimetoat; $1,3 \pm 0,0089$ dan $5,7 \pm 0,042$ ppb untuk klorpirifos; dan $2,9 \pm 0,045$ dan $3,8 \pm 0,059$ ppb untuk profenofos. Hal ini disebabkan pada zona Timur dan Selatan merupakan zona terjadinya difusi terbesar akibat pemanfaatan lahan untuk pertanian dan peternakan yang intensif di tepian zona-zona tersebut.

Sifat racun dimetoat adalah sedang bila paparannya melalui makanan, pernafasan dan kulit. LD50 oral pada tikus adalah antara 180 - 330 mg/kg. Sedangkan LD50 oral pada mencit 160 mg/kg dan pada kelinci 400 - 500 mg/kg. Pada babi toksisitas oral senyawa ini dilaporkan mencapai sekitar 550 - 600 mg/kg. LD50 dermal dilaporkan mencapai 100 - 600 mg/kg pada tikus (PIP., 1995).

Keracunan klorpirifos mempengaruhi sistem saraf pusat, kardiovaskular, sistem

respirasi, dan dapat mengakibatkan gangguan terhadap sistem imun. Senyawa ini juga bersifat mengiritasi kulit. LD50 oral untuk tikus mencapai 95 - 270 mg/kg, untuk mencit 60 mg/kg, pada kelinci 1000 mg/kg, untuk anak ayam 32 mg/kg, babi 500-504 mg/kg, dan pasda domba 800 mg/kg (PIP., 1995).

Pestisida berbahan aktif profenofos termasuk pestisida dengan toksisitas moderat, sehingga digolongkan ke dalam senyawa dengan toksisitas kelas II. Daya toksisitasnya sama seperti pestisida golongan fosfat-organik lainnya yaitu sebagai inhibisi kolinesterase. Belum ada informasi apakah senyawa profenofos dapat mengakibatkan kanker. Toksisitasnya pada ikan *black bullhead* memberikan nilai LC50 sebesar 20 µg/L menunjukkan sifat racun yang sangat toksik. Pada ikan *Japanese eel* didapatkan LC50nya sebesar 2.750 µg/L dapat dikatakan tidak toksik terhadap ikan tersebut. Studi lain menunjukkan bahwa LC50nya pada ikan *crucian crap* sebesar 90 µ/L jadi bersifat sangat toksik terhadap ikan coba yang digunakan (Wen-Yee Lee, *et al.*, 2003; PIP., 1995).

Data residu cemaran pestisida golongan fosfat-organik yang didapatkan ini memang masih jauh di bawah nilai ambang batas yang diizinkan, namun dengan penggunaan pestisida yang berkelanjutan tidak menutup kemungkinan terjadi bioakumulasi yang kemudian disertai dengan biomagnifikasi. Kalau hal ini terjadi maka sudah barang tentu akan dapat memberikan dampak negatif. Namun, mengingat di lingkungan juga terjadi proses degradasi pestisida yang dapat diakibatkan oleh sinar matahari maupun bakteri sehingga hal ini dapat mengurangi residu cemaran. Demikian juga waktu paruh dari pestisida yang relatif singkat juga mengakibatkan residu pestisida golongan fosfat-organik ini dapat berkurang.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari data hasil analisis laboratorium penentuan residu cemaran pestisida pada sedimen Danau Buyan didapatkan bahwa pada air Danau Buyan terkandung residu cemaran pestisida. Residu cemaran pestisida yang

didapatkan adalah dimetoat, klorpirifos, dan profenofos dari golongan fosfat-organik.

Residu cemaran pestisida dimetoat, klorpirifos, dan profenofos di air Danau Buyan didapatkan masing-masing sebesar 9,3; 3,5; dan 2,1 ppb. Total keseluruhan residu cemaran pestisida golongan fosfat-organik di air Danau Buyan adalah 19,1 ppb. Residu cemaran ini masih jauh di bawah nilai ambang batas yaitu 100 ppb (SK Gubernur Bali No, 515 Tahun 2000).

Saran

Pada penelitian ini hanya dilakukan analisis pestisida dari golongan fosfat-organik sementara itu perkembangan penggunaan pestisida golongan lain seperti karbamat sangatlah pesat sehingga perlu dilakukan skrining residu cemaran pestisida untuk golongan pestisida lain, selain yang disebutkan di atas.

Data residu cemaran yang didapatkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai data dasar (*base line*), sehingga sangatlah perlu untuk dilakukan monitoring residu cemaran baik di air, sedimen maupun ikan minimal setiap tahun untuk didapatkan suatu data base cemaran pestisida Danau Buyan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Dra. NK. Mardani, MS., dan Prof. Dr. dr. N. Adiputra, M.OH, yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam menyelesaikan tulisan ini. Ucapan terimakasih penulis juga ucapkan kepada Ir. I N. Nusada, M.Agr. yang telah memberikan akses dan menggunakan fasilitas di UPT Laboratorium Analitik Universitas Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1992, *Residues Laboratory Methods Manual*, NSW. Agriculture, NSW: Chemical Residues Laboratories, Lismore
- Anonim, 2002, *Water Sampling Procedure. Queensland*, The State of Queensland (Department of Natural Resources and Mines), Australia
- Amaraneni, S. R. and Pillala, R. R., 2001, Concentration of Pesticide Residues in Tissues of Fish from Kolleru Lake in India, *Environ, Toxicol.* 16 (6) : 550-556
- Bapedalda Regional II, 1999, *Norma dan Program Danau Lestari Propinsi Dati I Bali*, Bali,
- Buddhadeb, C. A., Chatterjee, A., and Mukhopadhyay, S. K., 2001, Bioaccumulation of metals in the East Calcutta wetland ecosystem, *Aquatic Ecosystem Health and Management Society.* 5 (Suppl. 2) : 191-203
- Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Bali, 2000, *Pola Pengamanan dan Konservasi Danau Buyan dan Danau Tamblingan dan lain-lain di Propinsi Bali*, PT. Tata Guna Patria, Bali
- Erin, M. B., Hertz Picciotto, I., and Beaumont, J. J., 2001, Fetal Deaths Linked to Living Close to Agricultural Pesticide Use During Weeks 3-8 of Pregnancy. *Epidemiology*, 12 (2) : 1-5
- Jean Hsu and Hsiao Feng, 2002, *Determination of Organophosphate Pesticides in Surface Water Using Gas Chromatography*, California Department of Food and Agriculture Center for Analytical Chemistry, Environmental Monitoring Section, California.
- PIP (Pesticide Information Profiles), 1995, *Extention Toxicology Network*, Oregon State University, USA
- Putra Manuaba, I. B., 2007, Cemaran Pestisida Klor-Organik pada Air Danau Buyan Buleleng Bali, *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*, 1 (2) : 39-46
- Richard, J., and Morgan. R., 2002, *Analysis of Fish Tissue from Long Lake (Spokane River) for PCBs and Selected Metals*, Washington State of Department of Ecology, USA
- Sandi Adnyana, I W., 2003, Pemantauan Perubahan Penggunaan Lahan Di Kawasan Danau Beratan, Buyan dan

- Tamblingan, dalam *Buku Dari Bali Untuk Bali*, Lembaga Penelitian Universitas Udayana, Denpasar
- Schreinemachers, D. M., 2003, Birth Defects Higher in Babies Born to Families Living Near Farming Areas Using Pesticides, *Environmental Health Perspectives*, 111 (9) : 1259-1264
- Tantri Endarini, 2004, Dampak Kegiatan Masyarakat Pada Kualitas Air Danau Buyan, Kabupaten Buleleng, Bali, *Tesis*, Universitas Indonesia, Jakarta
- US. EPA., 2000, *Guidance For Assessing Chemical Contaminant Data For Use In Fish Advisories*, Volume 1; Fish Sampling And Analysis. 3rd ed., EPA 823-B-00-007, Washington
- Veronica, A. K., 2002, Aspek Strategis Pengelolaan Danau Tondano Secara Terpadu, *Ekoton.*, 2 (Suppl. 1) : 73-80
- Wen-Yee Lee, William I. B., Brian D. E., Jason C. W., and Mary Jane, I M., 2003, Persistent Organic Pollutants in the Environment; Chlordane Residues in Compost. *J. Environ. Qual.*, 32 : 224-231
- Wira Maharani, K., 2004, Tingkat Keracunan Pestisida Dalam Darah Petani Sayuran Di Desa Pancasari Kecamatan Sukasada Kabupaten Buleleng Dengan Penentuan Aktivitas Kholinesterase, *Skripsi*, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Udayana, Denpasar