

---

# BIOAKUMULASI RESIDU CEMARAN DDT DAN KLOTALONIL PADA IKAN KARPER DAN NILA DANAU BUYAN BULELENG BALI

Ida Bagus Putra Manuaba

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana Bali

## Abstract

*Analysis of DDT and chlorotalonil bioaccumulation on carp and nile fish tissues at Buyan Lake were performed. The study involved two step activities, i.e. field study for gaining sampling zone and sample needed, followed by laboratory works for obtaining DDT and chlorotalonil residual bioaccumulation on fish. Sample preparation for this purposed was carried out following a standard method. Gas chromatography was employed for determining accumulation of DDT and chlorotalonil. Average bioaccumulation of DDT on carp and nile were 16.6 and 9.6 ppb, respectively, while, average chlorotalonil bioaccumulation on the same fishes were 11.9 and 13.3 ppb, respectively.*

**Keywords :** DDT, chlorotalonil, bioaccumulation, a standar method

## 1. Pendahuluan

Danau Buyan merupakan danau kaldera yang terbentuk dari hasil letusan gunung api dan runtuh 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 km<sup>2</sup>; dengan panjang 3,7 km dan lebar 1,25 km. Luas permukaan airnya adalah 3,67 km<sup>2</sup>; kedalaman rata-rata 31,7 m; dan kedalaman maksimal 69 m. Volume air Danau Buyan adalah 116,25 X 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (Bapedalda Regional II, 1999; Dinas PU., 2000). Air Danau Buyan adalah air yang berasal dari air hujan, baik air hujan yang langsung jatuh pada danau maupun air hujan yang jatuh di daerah tangkapan dan menjadi air limpasan, dan air yang mengalir melalui 11 buah drainase di sisi sebelah timur dan selatan danau. Sumber air lainnya adalah air yang berasal dari mata air Yeh Masem dengan debit 0,5 L/detik (Dinas PU., 2000). Air yang keluar danau utamanya dimanfaatkan untuk pertanian, kebutuhan rumah tangga maupun untuk air minum yang dikelola secara komersial oleh PDAM setempat. Di Danau Buyan juga terjadi penurunan volume air akibat penguapan, mengalir melalui rengkahan menjadi mata air dan terserap di dasar danau. Danau Buyan sebenarnya berfungsi sebagai reservoir penampungan air hujan, dengan

konsekuensi semua cemaran yang berasal dari sekitar danau akan bermuara ke danau tersebut.

Dilaporkan bahwa telah ditemukan adanya cemaran DDT dan klorotalonil pada air maupun sedimen Danau Buyan (Putra-Manuaba, 2007a,b). Walaupun besarnya cemaran DDT dan klorotalonil yang didapatkan ini masih jauh di bawah ambang batas yang diijinkan, tidaklah menutup kemungkinan menghasilkan bioakumulasi yang tinggi pada biota termasuk ikan yang ada di danau tersebut. Hal ini didasari dengan teori biomagnifikasi yang berimplikasi pada semakin meningkatnya konsentrasi suatu bahan pencemar pada tingkat trofik yang lebih tinggi dalam suatu ekosistem (Miller, 1992; Muller, *et. al.*, 2002).

Salah satu manfaat penting Danau Buyan adalah sebagai sumber penyedia protein berupa hasil ikan. Memperhatikan hal tersebut pemerintah daerah melalui Dinas Perikanan dan Kelautan telah melakukan pembinaan kepada masyarakat yang bermukim di sekitar Danau Buyan. Agar terjadi keseimbangan dalam memanfaatkan produksi perikanan maka di lingkungan masyarakat telah dibentuk suatu wadah Masyarakat Petani Peternak Ikan yang pada saat ini beranggotakan sebanyak 35 orang. Petani Peternak Ikan ini mengelola penangkapan ikan di Danau Buyan. Dari data yang

didapat bahwa produksi ikan per hari mencapai 750 kg, produksi ini tidak termasuk hasil pemancingan yang dilakukan oleh pengunjung di Danau Buyan. Para petani ikan ini melakukan kegiatan penangkapan setiap hari, kecuali saat hari pasaran setempat yang jatuh setiap dua hari sekali pada *Beteng* (sesuai penanggalan Bali).

Untuk mempertahankan agar produksi ikan tetap terjaga kelestariannya maka setiap tahun dilakukan *restocking* baik oleh Dinas Perikanan dan Kelautan maupun oleh badan-badan ataupun lembaga swadaya lainnya. Data penyebaran benih ikan dapat dilihat pada Tabel 2.5 Lampiran I (Dinas Perikanan dan Kelautan, 2004). Jenis ikan yang banyak diproduksi adalah Karper dan Nila. Namun demikian masih didapatkan jenis ikan lainnya dalam jumlah yang terbatas. Ikan yang diperoleh dari Banau Buyan adalah ikan karper yang merupakan ikan detritivora pemakan tumbuh-tumbuhan ataupun detritus dan ikan nila termasuk kelompok ikan pemangsa plangton/plangtivora (Sumantadinata, 1981). Mempertimbangkan hal-hal yang telah diuraikan di atas maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan mencari bioakumulasi cemaran pestisida DDT dan klorotalonil pada ikan karper dan nila Danau Buyan.

## 2. Materi dan Metode

### Bahan

Bahan sampel adalah ikan karper dan nila yang diambil di perairan Danau Buyan, memenuhi kriteria inklusi yaitu berat badan 200-250 g, dan morfologi normal. Sampel yang tidak dipakai adalah yang tidak memenuhi kriteria inklusi, morfologi tidak normal seperti; ada kerusakan sirip, bentuk kepala tidak normal, ekor rusak dan terdapat benjolan di sekitar tubuh ikan.

Bahan-bahan kimia yang digunakan 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, florasil aktif (6 %) 60 - 80 mesh, asam klorida, asam sulfat, asam nitrat, kalium permanganat. Pestisida standar klorotalonil, DDT, DDE, dieldrin, a-BHC bantuan dari Prof. Dr. Ir. I Nyoman Arya (alm). Semua bahan-bahan kimia yang digunakan adalah bahan kimia dengan tingkat kemurnian yang cocok untuk analisis kromatografi (*HPLC grade*) produksi J.T. Baker.

### Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah; kertas penyaring, *mixer* pelumat daging ikan, timbangan, gelas funel, labu alas datar (250 mL), *rotary evaporator*, gelas ukur bertutup (25 mL), *syringe* 5 mL, kromatografi gas (KG) Varian 3300 dengan detektor penangkap elektron (UPT. Lab. Analitik Universitas Udayana).

### Besar sampel ikan

Besar sampel ikan ditentukan merujuk cara penghitungan US.EPA., 2000a, berdasarkan perhitungan *standard error* yang terendah sesuai persamaan penentuan besar sampel dari Cochran, (1977) yang dimodifikasi dengan maksud untuk merefleksikan besarnya replikasi komposit sampel ( $n$ ) dan jumlah ikan perkomposit sampel ( $m$ ), sesuai persamaan berikut.

$$se \left( \frac{\hat{\sigma}}{n m} \right) = \sigma^2 \left[ \frac{2}{n^2 m^2 (n - 1)} \right]^{1/2}$$

Nilai  $[2/n^2 m^2 (n-1)]^{1/2}$  pada persamaan di atas dengan berbagai kombinasi  $n$  dan  $m$  telah dihitung dan hasilnya ditabelkan (US EPA., 2000a,b). Dari tabel didapatkan bahwa dengan meningkatkan nilai  $n$  dan  $m$  maka *standard error* akan menurun. Bila diambil sampel 15 ekor per zona maka penyusunannya adalah: banyaknya replikasi ( $n$ ) = 5 dan jumlah ikan perreplikasi ( $m$ ) = 3, komposisi ini memberikan *standard error* = 0,047, dibandingkan dengan penyusunan sampel  $n = 3$  dan  $m = 5$  memberikan *standard error* = 0,067. Ikan karper dan nila yang digunakan masing-masing adalah 75 ekor, yang diambil dari 5 zona pengambilan sampel, yaitu zona Utara, Selatan, Barat, Timur, dan Tengah Danau Buyan.

### Prosedur Kerja

#### Pengambilan sampel ikan

Sampel ikan diambil dengan menggunakan jaring apung yang biasa dilakukan oleh petani ikan di Danau Buyan. Untuk menghindari terjadinya kontaminasi maka dihindari terjadinya tumpahan minyak pelumas, bahan bakar, dan debu pada ikan. Sampel ditempatkan dalam boks es yang telah bersih dan menggunakan es kering untuk pendinginan (Versar, 1982; US. EPA, 2000a).

### Analisis penentuan DDT dan klortalonil pada sampel ikan

Pada dasarnya langkah-langkah penyiapan sampel ikan untuk dianalisis adalah;

1. Sampel ikan diamati dengan seksama apakah terjadi kerusakan, terutama menyangkut preservasi, bila ditemukan ada kerusakan maka sebaiknya ikan tersebut tidak digunakan, namun tetap didokumentasikan.
2. Sampel ikan segera ditimbang sehingga diperoleh berat basah. Timbangan yang digunakan adalah timbangan yang telah dikalibrasi dan dengan akurasi dan presisi yang cukup sehingga didapatkan data yang objektif. Kalibrasi timbangan dilakukan saat mulai penimbangan, dan setiap akhir sesi penimbangan, dan juga setiap setelah dilakukan 20 kali penimbangan.
3. Identifikasi apakah terjadi kelainan morfologi meliputi kerusakan sirip, ekor, dan apakah terdapat benjolan di seluruh tubuh ikan. Kalau ditemukan didokumentasikan tetapi tidak digunakan sebagai sampel.
4. Penghilangan sisik ikan dilakukan dengan cara meletakkan ikan pada alas datar (*chopping board*) yang dilapisi aluminium foil dan menggunakan pisau *stainless steel*, sisik dihilangkan dengan penggerotan dari ujung ekor sampai kepala.
5. Pembuatan filet dilakukan pada alas yang dilapisi aluminium foil dan aluminium foil harus diganti untuk setiap pembuatan filet ikan.
6. Destruksi sampel untuk penentuan bioakumulasi residu cemaran pestisida, dilakukan dengan cara sebagai berikut (Anonim, 1992):
  - a. sebanyak 10 g sampel ikan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer, ditambahkan 80 g natrium sulfat dan 150 mL larutan aseton 40% dalam petroleum eter, dikocok selama 1 jam;
  - b. campuran yang didapatkan disaring dengan kertas saring ke dalam Erlenmeyer (250 mL), dan dibilas dengan 40 mL larutan aseton 40% dalam petroleum eter;
  - c. filtratnya diuapkan dengan *rotary evaporator*, ditambahkan 20 mL petroleum eter dan diuapkan lagi untuk

menghilangkan semua sisa aseton yang ada sehingga dihasilkan sampel dalam fase minyak;

- d. ke dalam sampel fase minyak ditambahkan 10 mL petroleum eter dan diaduk sampai merata, kemudian dipindahkan ke dalam gelas ukur (25 mL), Erlenmeyernya dibilas dengan 5 mL petroleum eter dan dicampurkan ke dalam gelas ukur tersebut, ditambahkan petroleum eter sehingga volumenya tepat 25 mL;
- e. kolom kromatografi berisi 35 g florisil disiapkan, kemudian sebanyak 5 mL alikuat sampel dimasukkan dan dialiri 130 mL larutan dietil eter 10% dalam petroleum eter ke dalam kolom tersebut. Eluennya ditampung dengan Erlenmeyer yang selanjutnya disebut fraksi 1;
- f. pada saat larutan 10% dietil eter dalam petroleum eter ini tepat pada batas atas florisil, selanjutnya ditambahkan 150 mL aseton 20% dalam petroleum eter, kemudian eluennya ditampung dalam erlenmeyer lainnya yang selanjutnya disebut fraksi 2;
- g. kedua fraksi secara terpisah diuapkan sampai kering menggunakan *rotary evaporator* kemudian dilarutkan lagi dalam 5 mL petroleum eter; dan
- h. sampel ini siap untuk dianalisis DDT dan klortalonilnya menggunakan kromatografi gas.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil

Data berat ikan karper dan nila yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1 (Lampiran). Besarnya bioakumulasi kedua cemaran DDT dan klorotalonil pada ikan karper dan nila ditetapkan berdasarkan kromatogram gas kromatografi yang diperoleh dan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Residu} = \frac{\text{Area sampel}}{\text{Area standar}} \times \text{konsentrasi std.} \times \frac{\text{vol. akhir}}{\text{berat ikan}} \text{ mg/kg}$$

Anonim, 1992

Sebagai contoh untuk menghitung besarnya bioakumulasi cemaran pestisida DDT pada ikan nila di zona barat (sampel 1), didapatkan data area standar DDT = 247043 (kromatogram), konsentrasi standar = 2 ppm, volume akhir pengenceran = 5 ml, berat sampel ikan = 10 g. Dengan memasukkan nilai-nilai tersebut didapatkan bioakumulasi DDT pada ikan nila zona I (sampel 1) adalah  $470/247043 \times 2 \times 5/10 = 0,0019$  mg/kg = 1,9 ppb. Untuk menentukan besar bioakumulasi klorotalonil juga digunakan cara yang sama seperti penentuan bioakumulasi DDT. Hasil analisis bioakumulasi residu cemaran pestisida DDT dan klorotalonil pada ikan karper dan nila Danau Buyan disajikan pada Tabel 2 (Lampiran).

### 3.2 Pembahasan

Sampel ikan karper dan nila diambil di kelima zona sampling (Barat, Timur, Utara, Selatan, dan Tengah) Danau Buyan, dari masing-masing zona diambil sebanyak 15 ekor di sepanjang zona sampling menggunakan jaring apung. Ikan karper dan nila yang dipilih untuk sampel sesuai dengan kriteria inklusi yang telah ditetapkan. Rata-rata berat ikan karper dan nila yang digunakan masing-masing adalah sebesar  $226,02 \pm 0,55$  dan  $200,22 \pm 0,08$  g.

Hasil analisis laboratorium bioakumulasi cemaran pestisida pada ikan karper dan nila di masing-masing zona sampling dipaparkan pada Tabel 2. Data menunjukkan adanya bioakumulasi cemaran DDT dan klorotalonil pada kedua jenis ikan tersebut. Rata-rata bioakumulasi residu cemaran DDT dan klorotalonil pada ikan mujair Danau Buyan dipaparkan pada Tabel 3.

**Tabel 3 Rata-rata bioakumulasi DDT dan Klorotalonil pada Ikan Karper dan Nila Danau Buyan**

Pestisida	Bioakumulasi pada ikan (ppb)	
	Karper	Nila
DDT	16,6	9,6
Klorotalonil	11,9	13,3

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa didapatkan rata-rata bioakumulasi cemaran DDT pada ikan karper dan nila masing-masing 16,6 dan 9,6 ppb. Besarnya bioakumulasi residu cemaran DDT pada ikan karper dan nila ini masih berada di bawah nilai ADI yang ditetapkan oleh WHO yaitu sebesar 20 ppb (PIP, 1995). Dari Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa residu

cemaran pestisida klorotalonil pada ikan karper dan nila masing-masing adalah 11,9 dan 13,3 ppb. Residu cemaran pestisida klorotalonil yang didapatkan ini masih jauh berada di bawah nilai ADI untuk senyawa tersebut sebesar 30 ppb (PIP, 1995; Caroline, 1997).

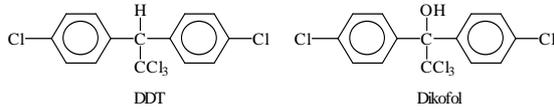
Ditemukannya bioakumulasi cemaran DDT dan klorotalonil adalah sebagai akibat dari DDT dan klorotalonil yang bersifat nonpolar dengan koefisien partisi yang tinggi sehingga keberadaannya di dalam tubuh ikan langsung terlarut pada jaringan berlemak, tidak seperti pestisida golongan lainnya, seperti fosfat-organik dan karbamat yang dapat langsung terabsorpsi melalui saluran pencernaan dan kemudian dapat diekskresikan melalui urin maupun pembuangan lainnya (PIP, 1995; Caroline, 1997; WHO, 2004a,b).

Adanya bioakumulasi DDT pada ikan karper dan nila Danau Buyan tidak terlepas dari adanya residu cemaran DDT yang didapatkan di air maupun sedimen Danau Buyan (Putra-Manuaba, 2007a,b). Di samping juga sifat DDT yang sangat persisten dengan waktu paruh mencapai 15 tahun. Demikian juga sifatnya yang hidrofobik, senyawa-senyawa pestisida klor-organik juga dapat menyebar melalui *uptake* dan translokasi oleh tanaman sehingga masih ditemukan di lingkungan dengan waktu paruh tertentu (PIP, 1995; Wen-Yee, *et. al.* 2003). Penggunaan DDT di Indonesia dimulai tahun 1952 untuk mengendalikan penyakit malaria, namun karena ditemukan bersifat karsinogenik maka tidak digunakan lagi sejak tahun 1984. Kemudian baru tahun 1993 Departemen Pertanian Indonesia melarang peredarannya (KLH dan UNU, 2004).

Hasil temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Feng, *et. al.* (2003) yang mendapatkan bahwa di Cina walaupun penggunaan DDT sudah dilarang sejak tahun 1972, namun di Danau Taihu masih ditemukan adanya residu DDT di air dengan rentangan konsentrasi 0,9-9,3 ppb, di sedimen 0,1 – 8,8 ppb dan pada ikan 3,7 – 23,5 ppb. Residu cemaran pestisida klor-organik juga masih ditemukan pada air, sedimen dan ikan Danau Paranoa Brasilia. Dilaporkan bahwa residu DDT pada sedimen mencapai rentangan 0,56 – 12,6 ppb, dan pada ikan mencapai 77,7 ppb (Caldas, *et al.* 1999).

Alasan lain masih ditemukan adanya residu cemaran DDT di lingkungan perairan Danau Buyan adalah tidak terlepas dari penggunaan pestisida di seputaran danau tersebut. Salah satu pestisida dari golongan organo-klorin yang digunakan adalah

kelthane yang berbahan aktif dikofol. Dikofol mempunyai rumus kimia yang serupa dengan DDT hanya berbeda pada 1 atom H digantikan dengan OH seperti berikut.



Hasil samping produksi dikofol adalah DDT sekitar 2,5%, dan tidak menutup kemungkinan, residu dikofol ini bila terlepas ke lingkungan akan tereduksi menghasilkan DDT.

#### **4. Simpulan dan Saran**

##### **4.1 Simpulan**

Bioakumulasi cemaran DDT yang didapatkan pada ikan karper dan nila adalah 16,6 dan 9,6 ppb. Bioakumulasi cemaran klorotalonil yang didapatkan pada kedua ikan tersebut masing-masing adalah 11,9 dan 13,3 ppb. Bioakumulasi cemaran DDT maupun klorotalonil yang ditemukan pada ikan karper dan

nila Danau Buyan masih berada di bawah nilai ADI (*Acceptable Daily Intake*), yaitu 20 ppb untuk DDT dan 30 ppb untuk klorotalonil.

##### **4.2 Saran**

Pada penelitian ini hanya dilakukan analisis pestisida dari golongan klor-organik yang terbioakumulasi pada ikan karper dan nila, sementara itu perkembangan penggunaan pestisida golongan lain sangatlah pesat sehingga perlu dilakukan skrining bioakumulasi residu cemaran pestisida pada ikan untuk golongan pestisida lain, selain yang disebutkan di atas.

#### **5. Ucapan Terimakasih**

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. Dra. N K. Mardani, MS., dan Prof. Dr. N. Adiputra, M.OH., yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam menyelesaikan tulisan ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Ir. I N. Nusada, MAgrSc yang membantu dalam analisis pestisida di UPT Lab. Analitik Universitas Udayana.

#### **Daftar Pustaka**

- Anonim. 1992. *Residues Laboratory Methods Manual*. NSW. Agriculture, NSW: Chemical Residues Laboratories, Lismore.
- Bapedalda Regional II. 1999. *Norma dan Program Danau Lestari Propinsi Dati I Bali*. Bali.
- Caldas, E.D., Coelho, R., Souza, L. C. K. R., and Ciba, S.C. 1999. Organochlorine Pesticide in Water, Sediment, and Fish of Paranoa Lake of Brazilia Brazil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 62: 199-206.
- Caroline, C. 1997. Chlorothalonil. *Journal of Pesticide Reform*. Vol. 17. No.4. p.14-20.
- Cochran, W.G. 1977. *Sampling Techniques*. New York: John Wiley & Sons.
- Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Bali. 2000. *Pola Pengamanan dan Konservasi Danau Buyan dan Danau Tamblingan dan lain-lain di Propinsi Bali*. Bali: PT. Tata Guna Patria.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Propinsi Bali. 2004. *Laporan Tahunan tahun 2004*. Denpasar.
- Feng K., Yu, Y. B., Ge, D. M., Wong, M. H., Wang, X. C., and Cao, C. H. 2003. Organo-chlorine pesticide (DDT and HCH) residues in the Taihu Lake Region and its movement in soil-water system I. Field survey of DDT and HCH residues in ecosystem of the region. *Chemosphere*. 50 (6):683-687
- KLH dan UNU. 2004. *Project on Environmental Monitoring and Governance POPs Pollution in the East Asian Coastal Hydrosphere; Monitoring of POPs in the Coastal Hydrosphere of Indonesia*. Kementrian Lingkungan Hidup: Indonesia.

- Miller, G. T. 1992. *Living in The Environment*. 7<sup>th</sup> edition. California: Wadsworth Publishing Company Belmont.
- Müller, K., Bach, M., Hartmann, H., Spiteller, M., and Frede, H. G. 2002. Point-and Nonpoint Source Pesticide Contamination in the Zwesten Ohm Catchment, Germany. *J. Environ. Qual.* 31: p.309-318
- PIP (Pesticide Information Profiles). 1995. *Extention Toxicology Network*. USA: Oregon State University.
- Putra-Manuaba, I. B. 2007a. Cemaran Pestisida Klor-organik pada Air Danau Buyan Buleleng Bali. *Jurnal Kimia*. 1 (2): p. 39-46.
- Putra-Manuaba, I. B. 2007b. Cemaran Pestisida Klor-organik pada Sedimen Danau Buyan Bueleng Bali. *Bumi Lestari Jurnal Lingkungan Hidup*. 7 (2): p. 114-122.
- Sumantadinata, K. 1981. *Pengembangbiakan Ikan-ikan Peliharaan di Indonesia*. Cetakan ke-I. Bogor: PT. Sastra Hudaya.
- US. EPA. 2000a. *Guidance For Assessing Chemical Contaminant Data For Use In Fish Advisories*. Volume 1; Fish Sampling And Analysis. 3<sup>rd</sup> ed. EPA 823-B-00-007.
- US. EPA. 2000b. *Guidance For Assessing Chemical Contaminant Data For Use In Fish Advisories*. Volume 2; Risk Assessment. 3<sup>rd</sup> ed. EPA 823-B-00-007.
- Wen-Yee Lee, William I. B., Brian D. E., Jason C. W., and MaryJane I. M. 2003. Persistent Organic Pollutants in the Environment; Chlordane Residues in Compost. *J. Environ. Qual.* 32: p. 224-231.
- WHO. 1997. *Guidelines For Predicting the Dietary Intake of Pesticide Residu*. Switzerland. WHO.

LAMPIRAN

**Tabel 1 Berat Ikan Karper dan Nila untuk Analisis Bioakumulasi Pestisida Danau Buyan**

Zona/Ikan	Berat Ikan (g)					
	Komposit 1		Komposit 2		Komposit 3	
	ikan	filet	ikan	filet	ikan	filet
<b>I (Barat)</b>						
Nila 1	200,33	80,52	200,45	81,32	200,38	82,72
2	200,29	81,32	200,74	81,38	200,31	82,18
3	200,35	80,43	200,81	81,42	200,33	80,48
4	200,39	81,23	200,75	80,93	200,35	81,73
5	200,25	81,17	200,84	80,93	200,38	80,05
Rata-rata						200,46
Standar deviasi						0,21
<b>II (Timur)</b>						
Karper 1	225,78	69,99	225,85	70,74	225,85	72,83
2	225,81	75,78	225,87	78,81	225,89	78,92
3	225,85	79,25	225,57	79,75	225,81	79,99
4	225,77	80,21	225,74	81,31	225,89	82,33
5	225,84	80,18	225,72	81,20	225,83	80,33
Rata-rata						225,80
Standar deviasi						0,08
Nila 1	200,15	81,09	200,16	89,02	200,04	88,78
2	200,05	82,08	200,14	85,41	200,03	83,92
3	200,18	81,06	200,13	82,04	200,14	83,99
4	200,02	82,04	200,10	83,55	200,05	85,07
5	200,09	85,53	200,09	86,06	200,04	87,06
Rata-rata						200,09
Standar deviasi						0,05
<b>III (Selatan)</b>						
Karper 1	225,75	80,96	225,89	81,73	225,72	80,99
2	225,86	81,32	225,84	82,08	225,81	83,77
3	225,79	80,37	225,89	81,92	225,90	81,33
4	225,78	80,78	225,85	80,32	225,85	80,33
5	225,80	81,73	225,85	82,33	225,75	80,93
Rata-rata						225,82
Standar deviasi						0,03
Nila 1	200,15	85,43	200,15	83,21	200,14	85,22
2	200,12	84,41	200,13	85,71	200,12	85,95
3	200,05	85,73	200,09	86,39	200,09	87,13
4	200,15	85,08	200,09	89,39	200,09	87,78
5	200,75	81,32	200,90	80,93	200,17	82,73
Rata-rata						200,16
Standar deviasi						0,16

<b>IV (Utara)</b>						
Karper 1	225,75	69,32	225,84	65,78	225,83	68,92
2	225,82	70,26	225,85	71,49	225,86	73,75
3	225,85	71,33	225,84	70,49	225,86	71,87
4	225,82	69,39	225,83	68,28	225,84	67,47
5	225,88	74,81	225,85	75,78	225,90	76,85
Rata-rata						225,84
Standar deviasi						0,03
Nila 1	200,25	70,27	200,29	72,87	200,17	75,91
2	200,24	75,45	200,27	71,87	200,29	74,49
3	200,19	80,17	200,28	81,95	200,18	78,94
4	200,23	70,41	200,28	72,38	200,25	73,49
5	200,21	70,58	200,27	72,71	200,11	71,89
Rata-rata						200,22
Standar deviasi						0,05
<b>V (Tengah)</b>						
Karper 1	225,87	91,09	225,91	92,73	225,89	94,91
2	225,83	90,74	225,90	91,89	225,84	92,87
3	225,89	90,17	225,75	92,39	225,89	91,81
4	225,83	91,15	225,78	93,79	225,85	91,99
5	225,95	90,15	230,78	91,83	232,49	92,94
Rata-rata						226,63
Standar deviasi						2,05
Nila 1	200,17	98,30	200,19	95,08	200,09	90,99
2	200,18	90,83	200,18	91,04	200,17	89,78
3	200,16	89,75	200,19	88,99	200,19	89,45
4	200,15	90,31	200,17	89,77	200,14	89,81
5	200,13	89,12	200,15	90,29	200,11	90,88
Rata-rata						200,16
Standar deviasi						0,03

**Tabel 2 Hasil Analisis Bioakumulasi Residu Cemar Pesticida DDT pada Ikan Karper dan Nila Danau Buyan**

Zona/Ikan	Bioakumulasi Pesticida ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )					
	Komposit 1		Komposit 2		Komposit 3	
	DDT	Klortalonil	DDT	Klortalonil	DDT	Klortalonil
<b>I (Barat)</b>						
Nila 1	1,9	19,1	1,7	18,1	3,8	17,3
2	2,2	17,3	3,1	18,8	1,9	19,1
3	1,9	19,1	1,9	19,1	1,7	18,1
4	1,9	17,3	1,7	18,8	3,9	18,8
5	2,2	19,1	3,1	19,1	1,7	19,1
Rata-rata DDT= $2,3 \pm 0,77$ ; Klorotalonil = $18,6 \pm 0,073$						
<b>II (Timur)</b>						
Karper 1	21,0	10,0	26,0	10,9	22,0	11,7
2	23,0	11,7	21,0	10,9	17,0	10,0
3	18,0	10,0	15,0	10,0	21,0	10,0
4	26,0	10,9	22,0	11,7	23,0	11,7
5	17,0	11,7	18,0	10,0	15,0	10,0
Rata-rata DDT= $20,3 \pm 3,54$ ; Klorotalonil= $10,8 \pm 0,78$						
Nila 1	15,0	9,8	16,0	8,9	12,0	10,0
2	10,0	5,9	11,0	8,8	12,0	7,6
3	11,0	9,8	11,0	8,9	10,0	10,0
4	11,0	5,9	15,0	8,8	16,0	7,6
5	12,0	9,8	10,0	8,9	11,0	10,0
Rata-rata DDT = $12,2 \pm 2,17$ ; Klorotalonil= $8,7 \pm 1,39$						
<b>III (Selatan).</b>						
Karper 1	23,0	21,3	18,0	21,8	18,0	21,8
2	21,0	21,2	21,0	21,2	22,0	19,2
3	22,0	19,6	23,0	19,6	23,0	21,3
4	23,0	21,3	18,0	21,8	18,0	21,8
5	21,0	21,2	21,0	21,2	22,0	19,2
Rata-rata DDT= $20,9 \pm 1,98$ ; Klorotalonil= $20,9 \pm 0,97$						
Nila 1	12,0	17,7	10,0	14,5	10,0	18,6
2	10,0	16,5	10,0	16,3	11,0	18,0
3	11,0	14,7	12,0	17,7	10,0	14,5
4	10,0	18,6	10,0	16,5	10,0	16,3
5	11,0	18,0	11,0	14,7	12,0	17,7
Rata-rata DDT= $10,7 \pm 0,82$ ; Klorotalonil= $16,7 \pm 1,50$						

<b>IV (Utara)</b>						
Karper 1	11,0	1,5	10,0	1,4	10,0	1,7
2	10,0	1,7	11,0	1,4	12,0	1,9
3	12,0	1,4	12,0	1,9	10,0	1,4
4	12,0	1,9	11,0	1,5	10,0	1,4
5	10,0	1,7	11,0	1,4	11,0	1,9
Rata-rata DDT= 10,8 ± 0,83; Klorotalonil= 1,6 ± 0,22						
Nila 1	13,0	7,8	10,0	7,1	10,0	5,7
2	10,0	5,7	12,0	5,3	11,0	5,6
3	10,0	5,3	13,0	6,3	13,0	6,3
4	10,0	5,7	13,0	7,8	10,0	7,1
5	10,0	5,7	12,0	5,6	11,0	6,3
Rata-rata DDT= 11,2 ± 1,32; Klorotalonil= 6,2 ± 0,85						
<b>V (Tengah)</b>						
Karper 1	16,8	13,6	12,6	12,7	16,1	14,1
2	16,1	15,5	12,7	15,5	12,4	16,0
3	12,4	15,1	13,5	15,1	15,4	13,6
4	13,2	15,3	12,7	14,1	14,9	14,1
5	14,2	12,4	15,1	15,8	16,1	15,1
Rata-rata DDT= 14,3 ± 1,59; Klorotalonil= 14,5 ± 1,11						
Nila 1	10,8	17,2	10,3	16,1	12,1	16,8
2	10,9	16,8	12,9	15,3	12,9	16,6
3	12,1	17,3	13,0	17,2	11,7	15,9
4	11,4	15,3	13,0	15,4	12,1	16,2
5	13,6	16,4	10,7	17,2	10,0	16,2
Rata-rata DDT= 11,8 ± 1,12; Klorotalonil= 16,4 ± 0,7						