

**KANDUNGAN LOGAM BERAT DAN PLANKTON PADA EKOSISTEM
TAMBAK BERMANGROVE DAN TAMBAK TANPA MANGROVE (Kasus di
Tegal Tangkil, Cikiong, Poponcol, dan Kedung Peluk) (Content of Heavy Metals and
Plankton in the Fish Pond of Mangrove and non-Mangrove Ecosystem (Case at Tegal
Tangkil, Cikiong, Poponcol, and Kedung Peluk))***

N.M. Heriyanto dan/and Sri Suharti

Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi
Jl. Gunung Batu no.5 Po Box 165 Bogor; Telp. 0251-8633234, Fax 0251-8638111
e mail: p3hka_pp@yahoo.co.id; nurmheriyanto88@yahoo.com; suharti23@yahoo.co.id

*Diterima : 31 Januari 2012; Disetujui : 22 Februari 2013

ABSTRACT

*Research on the quality of fish pond in the mangrove and non-mangrove ecosystem has been conducted from July to December 2011 at four research sites i.e: RPH Tegal Tangkil, RPH Cikiong, RPH Poponcol (under KPH Purwakarta-Karawang), and Kedung Peluk village Sidoarjo, East Java. The purpose of the study was to determine heavy metal content absorbed in mangrove, water, soil, and fish/shrimp specimen. The results indicated severe accumulation of Pb (lead), Cu (copper), and As (arsenic) that was found mostly on leaves (for Zn) and root (for Hg) of *Avicenia marina* (Forsk.) Vierh species. Accumulation of five contaminants (Cu, Hg, Pb, Zn, and As) was found on fish pond without mangrove vegetation. Highest content of Cu and Zn was found in RPH Tega Tangkil (650.33 ppm) and in Kedung Peluk, Sidoarjo (845.24 ppm) respectively. In general, water quality of fish pond with mangrove vegetation was better than pond without mangrove vegetation. This was indicated by its water chemical and physical properties. Detergent content on fish pond without mangrove vegetation in Kedung Peluk and Poponcol was higher than standard quality allowed for fish cultivation. Content of Pb contaminant on fish was 6.60 ppm or three times higher than the maximum allowable level (two ppm). Pb content on shrimp in the non-mangrove fish pond in RPH Tegal tangkil was 3.88 ppm. Zn accumulation on bandeng and mujair fish in Tegal Tangkil, Poponcol, and Kedung Peluk exceeded the maximum allowable level. Plankton diversity in the research site was considered under poor category as diversity index value (H') is < 2 . Uniformity index (E) of mangrove water in Tegal Tangkil and Kedung Peluk, Sidoarjo was relatively similar (0.175 and 0.172). Highest plankton dominance index was found in Tegal Tangkil 0.368.*

Keywords: Pollutants, substrate, mangrove waters

ABSTRAK

Penelitian kualitas lingkungan tambak bermangrove dan tanpa mangrove serta kemampuannya menyerap polutan telah dilakukan dari bulan Juli-Desember 2011, bertujuan untuk memperoleh informasi tentang kandungan logam berat pada mangrove, air, tanah, dan ikan/udang. Lokasi penelitian ada empat, tiga di KPH Purwakarta Jawa Barat, yaitu Tegal Tangkil, Cikiong, Poponcol dan satu di Sidoarjo, Jawa Timur yaitu Kedung Peluk. Hasil penelitian menunjukkan akumulasi Pb (timah), Cu (tembaga), dan As (arsen) pada jenis *Avicenia marina* (Forsk.) Vierh. terbesar di bagian daun, Zn (seng) dan Hg (merkuri) pada bagian akar. Akumulasi kelima zat pencemar (Cu, Hg, Pb, Zn, dan As) terbesar pada substrat tambak yang tidak bermangrove, Cu dan Zn tertinggi sebesar 650,31 ppm di Tegal Tangkil dan 845,24 ppm di Poponcol. Umumnya kualitas perairan tambak bermangrove lebih baik bila dibandingkan dengan tambak tanpa mangrove, hal ini ditunjukkan oleh sifat kimia dan fisika air tersebut. Kandungan deterjen (MBAS) di Kedung Peluk dan Poponcol pada tambak tidak bermangrove di atas baku mutu yang diperbolehkan untuk budidaya ikan. Kandungan zat pencemar Pb pada ikan bandeng (*Chanos chanos* (Forsskl, 1775) 6,60 ppm lebih besar tiga kali di atas ambang batas (2 ppm), pada udang sebesar 3,88 ppm di lokasi tambak Tegal Tangkil tanpa mangrove. Akumulasi Zn pada ikan bandeng dan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus* (w.Peters) 1852, baik di tambak bermangrove maupun tidak bermangrove di Tegal Tangkil, Kedung Peluk, dan Poponcol melebihi ambang batas yang diperkenankan. Keragaman jenis plankton di lokasi penelitian bermangrove dan tidak bermangrove termasuk kategori miskin karena nilai indeks keragaman (H') kurang dari dua. Indeks keseragaman (E) perairan mangrove Tegal Tangkil memiliki nilai yang relatif sama dengan perairan mangrove Kedung Peluk (0,175 dan 0,172). Indeks dominansi plankton tertinggi 0,368 di Tegal Tangkil.

Kata kunci: Polutan, substrat, perairan mangrove

I. PENDAHULUAN

Hutan mangrove di Pulau Jawa terus mengalami degradasi akibat konversi untuk tambak, penebangan kayu untuk berbagai keperluan, dan rendahnya kesadaran masyarakat tentang fungsi ekologis hutan mangrove. Fungsi ekologis dan manfaat hutan mangrove telah banyak diketahui, baik sebagai tempat pemijahan ikan, pelindung daratan dari abrasi oleh ombak, pelindung dari tiupan angin, penyaring intrusi air laut ke daratan, sebagai habitat satwaliar, tempat singgah migrasi burung maupun dalam menyerap kandungan logam berat yang berbahaya bagi kehidupan dan mengendapkan lumpur serta menyaring bahan pencemar (Nursidah, 1996; Said & Smith, 1997).

Ekosistem hutan mangrove saat ini kondisinya sangat mengkhawatirkan akibat tekanan pertambahan penduduk yang sangat pesat. Jumlah penduduk yang terus bertambah membutuhkan lahan untuk pemukiman dan mencari nafkah. Mangrove sebagai ekosistem pesisir dan dekat dengan pusat-pusat pemukiman penduduk sangat rawan ancaman dan tekanan, sehingga kelestariannya sangat rentan terhadap perubahan lingkungan (Tomlinson, 1986). Perum Perhutani selaku pengelola telah mengembangkan program yang mengintegrasikan budidaya ikan dan pengelolaan hutan mangrove yang dikenal dengan istilah tambak tumpangsari, tambak empang parit, hutan tambak atau *silvofishery*, yang semuanya bertujuan menekan laju degradasi hutan mangrove. Program ditujukan untuk mengembalikan serta melestarikan ekosistem mangrove sehingga mampu memberikan manfaatnya secara optimal (Primavera, 2000).

Penyerapan logam berat oleh akar pohon dipengaruhi oleh sistem perakaran dan luas permukaan akarnya. Sebagai contoh: *Rhizophora mucronata* Blume dapat menyerap cadmium (Cd) sebesar 17,933 ppm, *Rhizophora apiculata* Blume memiliki kemampuan menyerap Cd sebesar 17,433 ppm, tetapi *Avicennia ma-*

rina (Forsk.) Vierh. hanya mampu menyerap Cd sebesar 0,5 ppm (Arisandi, 2008; Saepulloh, 1995). Menurut penelitian Heriyanto dan Subiandono (2011), dalam menyerap zat pencemar jenis *A. marina* lebih baik dari *R. apiculata* dan *Ceriops tagal* C.B. Rob. Tegakan mangrove jenis *Rhizophora stylosa* Griff. di Cilacap dapat menyerap polutan logam berat jenis Cu sebesar 43,9 ppm, Mn sebesar 597,1 ppm, dan Zn sebesar 34,5 ppm (Taryana, 1995). Dengan demikian, hutan mangrove melalui sistem perakarannya yang menghunjam ke tanah dan menyebar luas akan mampu menyerap kandungan polutan terutama jenis logam berat di lingkungan perairan sekitarnya, sehingga daya racun polutan tersebut pada lingkungan hutan mangrove dapat berkurang.

Bahan pencemar dari limbah industri dapat mencemari air sungai dan berdampak negatif, yaitu mengakibatkan perubahan dalam temperatur, pH, *biochemical oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) serta sangat mempengaruhi kehidupan flora dan fauna perairan. Menurut *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) dalam Novotny (1995), ada 13 jenis logam berat yang merupakan komponen penting dalam ekosistem mangrove yang berbahaya bagi makhluk hidup, yaitu: antimon (Sb), arsen (As), berilium (Be), kadmium (Cd), kromium (Cr), tembaga (Cu), timbal (Pb), merkuri (Hg), nikel (Ni), selenium (Se), perak (Ag), stronsium (Sr), dan seng (Zn). Cu dan Zn dibutuhkan bagi kehidupan, namun logam berat lainnya seperti Pb dan Hg tidak diketahui fungsi biokimianya (Pinto *et al.*, 2003).

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang besarnya kandungan logam berat dan keanekaragaman jenis plankton pada ekosistem tambak bermangrove dan tambak tanpa mangrove di Tegal Tangkil, Cikiong, Poponcol, KPH Purwakarta dan Kedung Peluk, Kabupaten Sidoarjo.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli-Desember 2011 di empat tempat, yaitu di Resort Polisi Hutan (RPH) Tegal Tangkil, RPH Poponcol (Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan/BKPH) Ciasem, RPH Cikiong (BKPH Cikiong) yang termasuk ke dalam Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Purwakarta, Perum Perhutani Unit III Jawa Barat - Banten, dan tambak di Desa Kedung Peluk, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Dipilihnya lokasi ini, yaitu untuk mengetahui perbedaan pengelolaan tambak, di Purwakarta (lahan Perhutani) dikelola oleh masyarakat dan Perhutani, sedangkan di Kedung Peluk, Sidoarjo (tanah milik) dikelola oleh masyarakat dengan bimbingan (pembinaan) dari Dinas Kehutanan Kabupaten.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah bagian tumbuhan mangrove (akar dan daun), contoh air, tanah, ikan, dan udang. Adapun peralatan yang digunakan adalah gunting stek, peta kerja skala 1 : 10.000, *plankton net*, *lugol* (pengawet plankton), kamera, kantong plastik, botol, jala ikan, dan alat tulis.

C. Metode Penelitian

1. Rancangan Penelitian

Pengambilan contoh (tumbuhan, air, tanah, dan ikan/udang) dibedakan berdasarkan tambak bermangrove dan tidak bermangrove. Jumlah tambak yang diambil contohnya masing-masing dua tambak, baik bermangrove maupun tanpa mangrove. Tambak bermangrove di KPH Purwakarta model empang parit dengan komposisi 30% mangrove dan 70% tambak tanpa mangrove, sedangkan di Sidoarjo mangrove ditanam di sekeliling tambak dengan jarak dua m.

Pengambilan contoh akar dan daun mangrove masing-masing 0,5 kg, ikan/udang yang hidup di tambak masing-masing tiga ekor, tanah diambil di tiga tempat/titik secara sistematis yaitu dua di pinggir dan satu di tengah, masing-masing 0,5 kg. Contoh plankton diperoleh dengan mengambil air sebanyak 50 liter. Air yang terkumpul kemudian disaring dengan *plankton net* standar nomor 25 yang memiliki 200 mata jaring per inci. Jaring plankton dilengkapi dengan tabung pengumpul plankton yang mempunyai ukuran 50 ml, selanjutnya sampel plankton diawetkan dengan formalin 4%. Contoh akar, daun, ikan/udang, dan plankton yang sudah terkumpul dianalisis kandungan logam beratnya di laboratorium, setiap contoh diulang dua kali. Adapun kandungan logam berat yang dianalisis pada penelitian ini adalah Cu (tembaga), Hg (merkuri), Pb (timbal), Zn (seng), dan As (arsen), selain itu juga dilakukan uji kandungan deterjen dalam air (MBAS). Analisis kandungan logam berat dilakukan dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) (Elmer, 2000) di Laboratorium Biotrop, Bogor, sedangkan analisis kandungan deterjen menggunakan metode spektrofotometrik.

2. Analisis Data

Data kandungan logam berat pada daun/akar mangrove dan ikan/udang di tambak bermangrove dan tambak tidak bermangrove ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif. Khusus untuk air dianalisis juga kualitas secara fisik, kimia, dan kandungan planktonnya. Dengan demikian dapat diketahui kemampuan tambak yang bermangrove dan tambak tidak bermangrove dalam menyerap polutan di setiap lokasi penelitian.

Plankton yang ditemukan dianalisis sebagai berikut:

a. Keanekaragaman Jenis

Keanekaragaman jenis plankton diketahui dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon dan Weaver (H')

(1949) dalam Ludwig dan Reynolds (1988), yaitu:

$$H' = \sum p_i \log p_i$$

Dimana : $p_i = n_i/N$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman jenis

n_i = Jumlah individu dalam satu jenis

N = Jumlah individu dalam satu komunitas

b. Keseragaman Jumlah Individu Jenis (*Evenness Index*)

Evenness index jenis dihitung dengan menggunakan rumus dari Hill (1973) sebagai berikut:

$$E = \frac{1/\lambda}{e^{H'}}$$

Keterangan:

E = Indeks keseragaman

λ = Indeks kelimpahan

H' = Indeks keanekaragaman

e = Konstanta

$\lambda = N_i/n \times 100\%$

Dimana:

λ = Indeks kelimpahan jenis

N_i = Jumlah plankton jenis i

n = Jumlah total plankton yang teramati

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Polutan pada Mangrove

Pada penelitian ini tambak yang bermangrove ditanami dengan jenis *A. marina*, kerapatan antara 200 sampai 400 pohon/ha, tinggi rata-rata 4,5 m, diameter

rata-rata 10,7 cm. Salah satu cara untuk mengetahui kandungan polutan dalam tanaman yaitu melalui analisis contoh akar dan daun di laboratorium. Kandungan zat pencemar pada contoh akar dan daun *A. marina* (tambak-tambak bermangrove) di lokasi penelitian, disajikan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa kandungan Pb (timah) pada jenis *A. marina* terbesar pada bagian daun dan akar di lokasi tambak Tegal Tangkil yaitu sebesar 110,81 ppm dan 82,86 ppm. Zat pencemar Zn (seng) terbesar terakumulasi pada bagian daun dan akar sebesar 82,65 ppm dan 70,51 ppm di lokasi tambak Kedung Peluk. Kandungan Cu (tembaga) terakumulasi terbesar di bagian daun dan akar di lokasi tambak Kedung Peluk yaitu sebesar 42,84 ppm dan 23,15 ppm, demikian pula dengan As (arsen) sebesar 2,41 ppm dan 1,35 ppm. Kandungan zat pencemar Hg (merkuri) terbesar terakumulasi di bagian daun dan akar di lokasi tambak Poponcol sebesar 0,08 ppm dan 0,05 ppm.

Banyaknya akumulasi Pb pada bagian daun merupakan usaha lokalisasi yang dilakukan oleh tumbuhan yaitu mengumpulkan Pb dalam satu organ. Unsur Pb diduga banyak dihasilkan oleh industri rumah tangga di sepanjang Sungai Cilamaya. Di daerah ini terdapat industri rekon-disi baterai, pabrik roti, pabrik tahu-tempe yang limbahnya dibuang ke sungai.

Tabel (Table) 1. Rata-rata kandungan zat pencemar pada contoh akar dan daun *A. marina* pada tambak bermangrove di lokasi penelitian (*The average content of contaminants in roots and leaves of A. marina in study sites*)

Contoh tanaman dan zat pencemar (<i>Samples of plant and contaminants</i>)	Satuan (<i>Unit</i>)	Lokasi tambak (<i>Pond location</i>)			
		Tegal Tangkil	Cikiong	Poponcol	Kedung Peluk
Akar (<i>Roots</i>)					
Cu	ppm	13,37	9,59	4,24	23,15
Hg	ppm	< 0,0001	0,01	0,05	0,04
Pb	ppm	82,86	< 0,006	9,13	5,94
Zn	ppm	59,76	22,19	24,55	70,51
As	ppm	0,59	0,34	0,17	1,35
Daun (<i>Leaves</i>)					
Cu	ppm	6,96	5,09	3,41	42,84
Hg	ppm	< 0,0001	0,01	0,08	0,03
Pb	ppm	110,81	< 0,006	13,07	4,00
Zn	ppm	62,22	15,28	21,78	82,65
As	ppm	1,28	0,21	0,41	2,41

Proses masuknya unsur Pb ke dalam jaringan tumbuhan bisa melalui *xylem* ke semua bagian tumbuhan sampai ke daun atau dengan cara penempelan partikel Pb pada daun dan masuk ke dalam jaringan melalui stomata (Dahlan, 1986). Selain di daun, akumulasi Pb terbanyak terdapat pada bagian akar. Hal ini berhubungan dengan ekskresi yang dilakukan oleh tumbuhan. Pengeluaran ion toksik selain melalui daun dilakukan melalui akar yaitu ion-ion tersebut secara aktif ditarik dari *xylem* kembali ke *xylem parenchyma*, kemudian dilepaskan dari akar kembali ke media (Andani dan Purbayanti, 1981).

Zat pencemar Pb pada tumbuhan cenderung bersifat racun, konsentrasi Pb sebesar satu ppm berdampak besar dalam proses fisiologi tumbuhan tersebut, termasuk proses fotosintesis dan respirasi (Treshow, 1985). Selanjutnya dinyatakan oleh Greenland dan Hayes (1981), konsentrasi Pb pada tumbuhan yang masih dapat ditolerir adalah sekitar 0,1-10 ppm bahan kering. Di lokasi tambak bermangrove Tegal Tangkil konsentrasi Pb pada *A. marina* sebesar 110,81 ppm dan 82,86 ppm yang terakumulasi pada daun dan akar, nilai ini melebihi ambang batas yang dapat ditolerir.

Analisis unsur Zn dari keempat lokasi penelitian menunjukkan akumulasi Zn, baik pada daun maupun akar di lokasi Tegal Tangkil dan Kedung Peluk jauh lebih tinggi daripada di lokasi Cikiong dan Poponcol. Hal ini diduga kandungan Zn pada tanaman dipengaruhi oleh tekanan penduduk yang tinggal di sekitar lokasi penelitian, semakin banyak penduduk yang berinteraksi dan membuang limbah ke perairan, maka polutan akan semakin tinggi. Andani dan Purbayanti (1981) menyatakan bahwa konsentrasi suatu ion lebih tinggi ditemukan pada bagian tanaman, misalnya di akar atau di daun dibandingkan pada bagian yang lain. Ini merupakan bukti kuat untuk lokalisasi ekstra seluler yang diduga akibat pengikatan fraksi pektin pada dinding sel. Unsur Zn

termasuk dalam unsur esensial dalam kelompok unsur mikro. Akumulasi unsur ini dapat mengganggu pertumbuhan tanaman karena akan mengurangi unsur Mn (Greenland dan Hayes, 1981).

Kandungan Cu dan Hg di lokasi penelitian tertinggi terdapat pada bagian akar *A. marina*, kecuali di lokasi Kedung Peluk, pada bagian daun. Menurut hasil penelitian Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah (2002), pohon api-api (*A. marina*) memiliki kemampuan melemahkan efek racun dari akumulasi Cu dan Hg (logam berat) yang tinggi melalui pengenceran (dilusi), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya sehingga mengurangi toksisitas logam berat tersebut.

Akumulasi As tertinggi pada *A. marina* di Kedung Peluk ditemukan di bagian daun, akan tetapi masih di bawah ambang batas normal yaitu sebesar 2,41 ppm. Dwijoseputro (1980) menyatakan bahwa kisaran normal logam berat As pada jaringan tanaman berkisar antara 0,1 ppm sampai 5 ppm.

B. Polutan pada Tanah/Substrat

Analisis zat pencemar (Cu, Hg, Pb, Zn, dan As) pada tanah dapat mendukung data akumulasi zat pencemar pada vegetasi. Kandungan zat pencemar dalam tanah mangrove di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 2.

Hasil analisis kandungan zat pencemar pada tanah memperlihatkan bahwa akumulasi kelima zat pencemar paling tinggi terdapat pada tambak yang tidak bermangrove, unsur Cu dan Zn merupakan jumlah yang tertinggi yaitu sebesar 650,31 ppm di Tegal Tangkil dan 845,24 ppm di Poponcol. Hasil penelitian Heriyanto dan Subiandono (2011) menunjukkan bahwa akumulasi logam berat di substrat terkonsentrasi pada jarak 0-500 m dari sumber pencemar yaitu Zn dan Cd masing-masing sebesar 2.262,96 ppm dan 5,8 ppm di Cilacap; 51,31 ppm dan 3,5 ppm di Taman Nasional Alas Purwo.

Tabel (Table) 2. Rata-rata kandungan zat pencemar pada tanah/substrat pada tambak bermangrove dan tambak tanpa mangrove di lokasi penelitian (*The average content of contaminants in soil/substrate of ponds with mangrove and ponds without mangroves in study sites*)

Zat pencemar (Pollutants)	Satuan (Unit)	Lokasi tambak (Pond location)							
		Tegal Tangkil		Cikiong		Poponcol		Kedung Peluk	
		Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)	Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)	Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)	Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)
Cu	ppm	588,19	650,31	16,70	22,48	20,91	23,06	194,32	167,36
Hg	ppm	0,016	0,016	0,12	0,23	0,068	0,081	0,04	0,08
Pb	ppm	18,53	20,97	20,68	28,23	35,31	38,21	61,47	86,82
Zn	ppm	103,01	223,63	74,43	78,42	336,34	845,24	123,32	226,70
As	ppm	1,87	2,53	6,51	7,23	1,81	2,36	1,30	1,89

Jumlah logam berat yang diambil tanaman dari dalam tanah ditentukan oleh ketersediaan bahan polutan dan jenis tanamannya. Semakin banyak kandungan polutan tersebut di dalam tanah, semakin mudah diserap oleh akar tanaman (Greenland dan Hayes, 1981). Kandungan logam berat dalam tanah secara alami menurut Peterson & Alloway (1979) dalam Darmono (2001) yaitu Zn rata-rata 50 ppm, As dan Cu 100 ppm, Hg < 7 ppm, dan Pb < 200 ppm. Dengan demikian kandungan logam berat Zn di lokasi penelitian melebihi ambang batas. Hal ini salah satunya diduga akibat kegiatan industri yang ada di sekitar lokasi penelitian.

C. Polutan di Perairan

Kandungan zat pencemar (logam berat) di perairan lokasi penelitian disajikan pada Lampiran 1. Kandungan logam berat tersebut secara alami sudah ada dalam air laut tetapi konsentrasinya sangat rendah, misalnya Pb (0,03µg/l), Ag (0,28µg/l), Hg (0,15µg/l), dan Cd (0,11µg/l) (Waldichuk, 1974 dalam Darmono, 2001).

Dari Lampiran 1 tampak bahwa air tambak, baik bermangrove maupun tanpa mangrove di semua lokasi, kandungan Hg-nya di bawah baku mutu untuk budidaya ikan, kecuali tambak tidak bermangrove di Tegal Tangkil (0,0093 ppm) di atas baku mutu. Kondisi ini dipengaruhi oleh keberadaan mangrove terutama

kerapatan dan umur tegakan. Untuk kandungan deterjen (MBAS) di lokasi Poponcol dan Kedung Peluk pada perairan tambak tidak bermangrove di atas baku mutu, sedangkan di tempat lain di bawah baku mutu yang diperbolehkan untuk budidaya ikan. Umumnya kualitas perairan tambak bermangrove lebih baik bila dibandingkan dengan tambak tanpa mangrove, karena salah satu fungsi tanaman mangrove adalah dapat menyerap limbah terlarut/logam berat dan menghasilkan oksigen. Hal ini ditunjukkan oleh besarnya oksigen terlarut (BOD dan COD), juga kandungan bahan organik seperti nitrat dan lain-lain.

Bahan buangan anorganik menjadi perhatian penting karena umumnya merupakan limbah yang tidak dapat membusuk dan sulit dirombak oleh mikroorganisme sehingga akan terjadi akumulasi (Wardhana, 1995). Bahan buangan anorganik terutama diduga berasal dari industri rumah tangga di sekitar lokasi penelitian yang limbahnya dibuang di perairan.

Apabila ion-ion logam yang terdapat di dalam air berasal dari logam berat maupun logam yang bersifat racun seperti merkuri (Hg), timah (Pb), dan seng (Zn), maka sangat berbahaya bagi manusia dan air tersebut tidak dapat digunakan sebagai air minum.

D. Polutan pada Ikan dan Udang

Ikan dan udang merupakan bio-indikator terhadap pencemaran lingkungan,

termasuk pencemaran kimia. Hal ini karena ikan dan udang menunjukkan reaksi terhadap pencemaran di perairan dalam batas konsentrasi tertentu, seperti perubahan aktivitas, efek pada pertumbuhan yang tidak normal hingga kematian (Chahaya, 2003). Kandungan zat pencemar dalam ikan dan udang di lokasi penelitian disajikan pada Lampiran 2.

Kandungan zat pencemar Pb terbesar yang terakumulasi pada ikan bandeng (*Chanos chanos* (Forsskl, 1775) (6,60 ppm), udang (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) (3,88 ppm) terdapat di lokasi tambak tanpa mangrove di Tegal Tangkil. Akumulasi Pb pada ikan bandeng lebih besar (tiga kali) dibandingkan dengan ambang batas yang diperkenankan oleh Ditjen Pengawasan Obat dan Makanan (1989) yaitu sebesar dua ppm. Udang yang ditenakkan pada tambak di Tegal Tangkil juga melebihi ambang batas untuk unsur Zn sebesar 12,49 ppm (tambak bermangrove) dan 13,74 ppm (tambak tanpa mangrove). Akumulasi Zn dapat ditolerir pada biota perairan tidak melebihi dua ppm dan Cu tidak melebihi 20 ppm, dengan demikian ikan bandeng di Tegal Tangkil, Kedung Peluk, dan Poponcol mengandung Zn yang telah melebihi ambang batas yang diperkenankan, demikian juga dengan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus* (w.Peters) 1852 di Kedung Peluk.

Menurut Gunawan dan Anwar (2008), ikan bandeng yang hidup di tambak biasa (tidak bermangrove) mengandung Hg 49 kali lebih tinggi daripada di tambak bermangrove, dan untuk udang dua kali lebih tinggi. Dengan demikian fungsi hutan mangrove, salah satunya adalah menyerap unsur bahan pencemar yang bersifat racun.

Dalam Baku Mutu Limbah Cair menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. Kep-51/MENLH/10/1995 (Kementerian Lingkungan Hidup, 1995), baku mutu untuk Zn dan As tidak ditetapkan. Meskipun tidak ditetapkan ambang batas amannya, unsur tersebut merupakan

salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi kehidupan. Zn dan As merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena dapat mempengaruhi sistem pembuluh darah, serta terakumulasi dalam tubuh, khususnya di hati dan ginjal. Zn dan As membentuk ikatan dengan protein yang ada di dalamnya sehingga pengaruhnya dapat bersifat jangka panjang. Pada kadar rendah logam ini dapat menyebabkan gangguan terhadap paru-paru, emfisema pada hati dan gagal ginjal yang kronis (Suhendrayatna, 2001). Jumlah normal kadar Zn dan As di dalam tanah kurang dari satu ppm. Zn dan As lebih mudah diakumulasi oleh tanaman daripada ion logam berat lainnya seperti Pb (Barchan *et al.*, 1998). Logam berat ini bersama-sama dengan Pb dan Hg dikenal sebagai jenis logam berat dengan tingkat bahaya paling tinggi terhadap kesehatan manusia (Widle & Benemann, 1993).

E. Plankton

Plankton (phyto dan zoo) merupakan indikator kesuburan dari perairan, terutama zoo-plankton merupakan makanan ikan dan udang. Hasil analisis plankton di lokasi penelitian disajikan pada Lampiran 3.

Aspek kelimpahan dan keanekaragaman jenis phytoplankton dan zooplankton keempat lokasi contoh tidak memiliki perbedaan yang signifikan (Lampiran 3). Indeks keseragaman (e) antara komunitas di lokasi penelitian berkisar antara 0,128-0,183.

Rendahnya nilai indeks keseragaman komunitas menunjukkan telah terjadi perubahan struktur komunitas aslinya. Perubahan struktur komunitas ini dimungkinkan karena adanya perubahan lingkungan seperti sifat kimia dan fisika air, substrat, dan hilangnya vegetasi mangrove.

Keragaman jenis plankton yang terdapat di perairan lokasi penelitian termasuk kategori miskin atau kurang karena nilai indeks keragaman (H') kurang dari dua (Tegal Tangkil 1,630; Sidoarjo 1,748; Cikong 1,395; dan Poponcol 1,88). Indeks

keseragaman (E) menunjukkan bahwa perairan mangrove Tegal Tangkil memiliki nilai yang relatif sama dengan perairan mangrove Kedung Peluk.

Indeks dominansi di perairan mangrove Tegal Tangkil sebesar 0,368 sedangkan di perairan mangrove Cikiong sebesar 0,360, Kedung Peluk 0,220, dan Poponcol sebesar 0,273. Indeks ini menggambarkan tingkat kesuburan (nilai 0-1) atau menjadi indikator kesuburan perairan, semakin tinggi indeks dominansi maka perairan semakin subur. Hal ini diduga dampak dari polusi bahan organik rumah tangga, aktivitas pabrik, manajemen hutan, maupun kegiatan pertanian. Pemakaian pupuk di lahan pertanian memberikan pasokan nitrat dan fosfat ke aliran sungai melalui proses pencucian maupun erosi tanah, tetapi kandungan total fosfat di perairan masih terikat oleh partikel tanah dalam lumpur anaerobik atau residu terlarut (Mason, 1991).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Akumulasi terbesar kandungan Pb (timah) terdapat pada bagian daun jenis *Avicenia marina* (Forsk.) Vierh. di lokasi tambak Tegal Tangkil yakni sebesar 110,81 ppm sedangkan akumulasi Zn (seng) terbesar pada bagian akar yakni 82,65 ppm di lokasi tambak Kedung Peluk. Kandungan Cu (tembaga) dan As (arsen) tertinggi ditemukan pada bagian daun di lokasi tambak Kedung Peluk yakni 42,84 ppm dan 2,41 ppm dan kandungan Hg (merkuri) tertinggi terdapat pada bagian daun di lokasi tambak Poponcol yakni 0,077 ppm.
2. Akumulasi zat pencemar (Cu, Hg, Pb, Zn, dan As) lebih tinggi pada tanah tambak tanpa mangrove dibandingkan dengan tambak bermangrove. Akumulasi unsur Cu dan Zn tertinggi yaitu masing-masing 650,31 ppm di Tegal Tangkil dan 845,24 ppm di Poponcol.

3. Umumnya kualitas perairan tambak bermangrove lebih baik bila dibandingkan dengan tambak tanpa mangrove, hal ini ditunjukkan oleh sifat kimia dan fisika air tersebut. Air tambak tanpa mangrove di lokasi Tegal Tangkil, kandungan Hg-nya di atas baku mutu untuk budidaya ikan. Kandungan deterjen (MBAS) di lokasi Poponcol dan Kedung Peluk pada tambak tanpa mangrove di atas baku mutu yang diperbolehkan untuk budidaya ikan.
4. Kandungan zat pencemar Pb yang terakumulasi pada ikan bandeng (*Chanos chanos* (Forsskl, 1775) sebesar 6,60 ppm dan udang (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) sebesar 3,88 ppm di lokasi tambak tanpa mangrove di Tegal Tangkil telah melebihi ambang batas. Unsur Pb pada ikan bandeng lebih besar (tiga kali) dibandingkan dengan ambang batas yang diperkenankan oleh Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan yaitu sebesar dua ppm. Akumulasi Zn pada ikan bandeng di Tegal Tangkil, Kedung Peluk, dan Poponcol telah melebihi ambang batas yang diperkenankan, demikian juga dengan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus* (w.Peters) 1852 di Kedung Peluk.
5. Keragaman jenis plankton di perairan di lokasi penelitian termasuk kategori miskin, dengan nilai indeks keragaman (H') kurang dari dua (Tegal Tangkil 1,630, Kedung Peluk 1,748, Cikiong 1,395, dan Poponcol 1,88). Indeks keseragaman (E) perairan mangrove Tegal Tangkil memiliki nilai yang relatif sama dengan perairan mangrove Kedung Peluk (0,175 dan 0,172). Indeks dominansi jenis plankton di lokasi penelitian secara umum relatif rendah atau tidak ada satu jenis plankton yang mendominasi perairan tersebut.

B. Saran

Untuk meningkatkan mutu dari hasil perikanan tambak, sebaiknya tambak ditanami mangrove dengan sistem *silvofishery* dan dalam kaitannya dengan penye-

rapan bahan pencemar dianjurkan untuk menanam *Avicenia marina* (Forsk.) Vierh.

DAFTAR PUSTAKA

- Andani, S. & Purbayanti, E.D. (1981). *Fisiologi lingkungan tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Arisandi, P. (2008). *Bioakumulasi logam berat dalam pohon bakau (Rhizophora mucronata Lam.) dan pohon api-api (Avicennia marina (Forsk.) Vierh.)*. Diakses tanggal 25 Januari 2010 dari http://tech.group.yahoo.com/burung_pemangsa_Indonesia.
- Barchan, V.S.H., Kovnatsky, E.F., & Smetannikova, M.S. (1998). *Water, air, and soil Pollution* 103: 173-195. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers.
- Chahaya, I.S. (2003). *Ikan sebagai alat monitoring pencemaran*. Diakses tanggal 6 Juli 2011 dari <http://library.usu.ac.id/download/fkm/fkm-indra20c2.pdf>.
- Dahlan, E.N. (1986). *Pencemaran daun teh oleh timbal sebagai akibat emisi kendaraan bermotor di Gunung Mas Puncak*. Makalah kongres ilmu pengetahuan Indonesia. Panitia Nasional MAB, Jakarta.
- Darmono. (2001). *Lingkungan hidup dan pencemaran*. Jakarta: UI-Press.
- Ditjen Pengawasan Obat dan Makanan. (1989). *Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/89 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam makanan*. Jakarta: Ditjen Pengawasan Obat dan Makanan.
- Dwijoseputro, D. (1980). *Pengantar fisiologi tumbuhan*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Elmer, P. (2000). *Analytical Methods for atomic absorption spectrometry*. Singapore: Perkin Elmer Instruments LLC.
- Greenland, D.J. & Hayes, N.H.B. (1981). *The chemistry of soil processes*. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Gunawan, H. & Anwar, C. (2008). Kualitas perairan dan kandungan merkuri (Hg) dalam ikan pada tambak empang parit di BKPH Ciasem-Pamanukan, KPH Purwakarta, Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* V(1), 1-10.
- Heriyanto, N. M. & Subiandono, E. (2011). Penyerapan polutan logam berat (Hg, Pb, dan Cu) oleh jenis-jenis mangrove. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 8(2), 177-188.
- Hill, M.O. (1973). Diversity and evenness: Unifying notation and its consequences. *Ecologi* 54, 427-432.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (1995). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan Industri*. Jakarta: KLH.
- Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah. (2002). *Hutan bakau hilang Minamata datang*. Diakses tanggal 3 Januari 2006 dari www.Ecoton.or.id.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. (1988). *Statistical ecology*. San Diego: John Willey and Sons.
- Mason, C.F. (1991). *Biology of freshwater pollution*. Longman Scientific and Technical. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- Novotny, V. (1995). Diffuse sources of pollution by toxic metals and impact on receiving waters. In R. Allan, U. Forstner, & W. Salmons (Eds.). *Heavy Metals*. Berlin: Springer.
- Nursidah. (1996). Hutan mangrove kita. *Majalah Kehutanan Indonesia* 5.
- Pinto, E., Sigaud-Kutner, T.C.S, Leitao, M.A.S., Okamoto, O.K., Morse, D., & Colepicolo, P. (2003). Heavy metal-induced oxidative stress in

- algae. (Review). *Journal of Phycology* 39: 1008-1018.
- Primavera, J.H. (2000). Integrated mangrove aquaculture systems in Asia. *Integrated Coastal Zone Management. Autumn ed.*, 121-130.
- Saepulloh, C. (1995). *Akumulasi logam berat (Pb, Cd, Ni) pada jenis Avicennia marina (Forsk.) Vierh. di hutan lindung mangrove Angke-Kapuk, DKI Jakarta.* (Skripsi Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan). Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Said, A. & Smith, M.A.K. (1997). *Proyek rehabilitasi dan pengelolaan mangrove di Sulawesi : ekonomi sumberdaya.* (Laporan Akhir). Jakarta: Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan dan Asian Development Bank.
- Suhendrayatna. (2001). Bioremoval logam berat dengan menggunakan mikroorganisme: suatu kajian kepustakaan. *Seminar On-Air Bioteknologi untuk Indonesia Abad 21, tanggal 1-14 Februari 2001.* Siner-gy Forum - PPI Tokyo Institute of Technology.
- Taryana, A.T. (1995). *Akumulasi logam berat (Cu, Mn, Zn) pada jenis Rhizophora stylosa Griff. di hutan tanaman mangrove Cilacap BKPH Rawa Timur, KPH Banyumas Barat Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah.* (Skripsi Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tomlinson, P.B. (1986). *The botany of mangroves.* London: Cambridge University Press.
- Treshow, M. (1985). *Air pollution and plant life.* Utah: John Wiley and Sons.
- Wardhana, W.A. (1995). *Dampak pencemaran lingkungan.* Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Widle, E.W. & Benemann, J.R. (1993). Bioremoval of heavy metals by the use of microalgae. *Biotechnology advanced* 11, 781- 812.

Lampiran (Appendix) 1. Rata-rata kandungan zat pencemar pada air tambak bermangrove dan tambak tanpa mangrove di lokasi penelitian (*The average content of contaminants in water of ponds with mangrove and pond without mangroves in study sites*)

Parameter air (Parameters of water)	Satuan (Unit)	Konsentrasi maksimum yang dibolehkan untuk budidaya ikan (Maximum concentration are allowed to fish farming)	Lokasi tambak (Pond location)							
			Tegal Tangkil		Cikiong		Poponcol		Kedung Peluk	
			Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)	Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)	Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)	Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)
Fisika (Physic)										
Residu tersuspensi (TSS)	ppm		33	52	141,8	101,2	77,4	114,2	46,2	88,1
Residu terlarut (TDS)	ppm	1.500	18.568	9.932	28558	32.226	2909,8	35.544	18.876	14.606
Kimia (Chemical)										
CaCO ₃	ppm		4324,6	4282,1	5504,4	6004,8	4154,3	4078,6	3803,0	3208,6
BOD	ppm		65,5	51,8	116,1	96,9	4,90	12,4	26,4	36,2
COD	ppm		575,3	225,2	268,3	221,4	9,79	24,5	51,7	74,3
DO	ppm		0,40	0,39	6,10	4,30	2,60	1,70	4,92	4,67
Total Fosfat (P)	ppm		0,169	0,197	1,09	1,15	0,158	0,885	0,552	1,73
Total nitrogen (N)	ppm		1,27	0,95	0,65	0,97	0,91	1,24	1,24	1,24
Nitrat (NO ₃ -N)	ppm	10	1,59	2,52	1,27	1,77	0,81	3,58	1,38	3,94
Tembaga (Cu)	ppm		< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Air raksa (Hg)	ppm	0,002	0,0007	0,0093	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Timbal (Pb)	ppm	0,03	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Seng (Zn)	ppm		< 0,009	0,015	< 0,009	< 0,009	0,060	0,046	< 0,009	< 0,009
Arsen (As)	ppm		< 0,0002	0,0042	< 0,001	< 0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,001	< 0,001
Deterjen (MBAS)	ppm	1	< 1	< 1	0,652	0,980	0,178	1,14	0,463	1,03

Keterangan (Remarks): BOD = Kebutuhan oksigen kimia (*Biochemical oxygen demand*), COD = Kebutuhan oksigen biologi (*Chemical oxygen demand*), DO = Oksigen terlarut dalam air (*Dissolved oxygen*), MBAS = Kandungan deterjen dalam air (*Metylene blue active surfactan*)

Lampiran (Appendix) 2. Rata-rata kandungan zat pencemar pada ikan dan udang di lokasi penelitian (The average content of contaminants in fish and shrimp in study sites)

Jenis ikan dan zat pencemar (Species of fish and pollutants)	Satuan (Unit)	Lokasi tambak (Pond location)							
		Tegal Tangkil		Cikiong		Poponcol		Kedung Peluk	
		Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)	Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)	Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)	Tambak bermangrove (Ponds with mangrove)	Tambak tanpa mangrove (Ponds without mangrove)
Ikan bandeng (<i>Chanos chanos</i> (Forsskl, 1775)/Bandeng fish)									
Cu	ppm	1,18	2,55	< 0,01	< 0,01	0,96	0,78	< 0,01	< 0,01
Hg	ppm	< 0,1	< 0,1	< 0,01	< 0,01	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Pb	ppm	2,32 *)	6,60 *)	< 0,002	< 0,002	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zn	ppm	11,72 *)	13,22 *)	< 0,0002	< 0,0002	17,41 *)	19,47 *)	11,85 *)	17,83 *)
As	ppm	< 0,3	< 0,3	10,64 *)	11,12 *)	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i> (w.Peters) 1852/Mujair fish)									
Cu	ppm	-	-	-	< 0,01	-	-	< 0,01	0,10
Hg	ppm	-	-	-	< 0,01	-	-	< 0,0002	< 0,0002
Pb	ppm	-	-	-	< 0,002	-	-	< 0,01	< 0,01
Zn	ppm	-	-	-	< 0,0002	-	-	6,55*)	17,74 *)
As	ppm	-	-	-	30,18 *)	-	-	< 0,002	< 0,002
Udang (<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798)/shrimp									
Cu	ppm	2,10	3,59	-	-	17,06	-	-	-
Hg	ppm	< 0,1	< 0,1	-	-	< 0,0002	-	-	-
Pb	ppm	0,81	3,88 *)	-	-	< 0,01	-	-	-
Zn	ppm	12,49 *)	13,74 *)	-	-	16,05 *)	-	-	-
As	ppm	< 0,3	< 0,3	-	-	< 0,002	-	-	-

Keterangan (Remark) : *) Melebihi ambang batas, berdasarkan Keputusan Dirjen Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/VII/89 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam makanan: Hg = 0,5 ppm, Pb = 2 ppm, dan Cu = 20 ppm, Zn = 2 ppm dan As = 2 ppm (Exceeding the threshold, based on the Decree of Directorate General of Drug and Food Control No. 03725/B/SK/VII/89 about maximum limits of heavy metal contamination in food: Hg = 0.5 ppm, Pb = 2 ppm and Cu = 20 ppm, Zn = 2 ppm and As = 2 ppm)

Lampiran (Appendix) 3. Kelimpahan phyto dan zoo-plankton di tambak bermangrove dan tambak tanpa mangrove di lokasi penelitian (*Abundance of phyto and zoo-plankton in mangrove ponds and pond without mangroves in study sites*)

Organisme (<i>Organism</i>)	Lokasi tambak (<i>Pond location</i>)							
	Tegal Tangkil		Cikiong		Poponcol		Kedung Peluk	
	Tambak bermangrove (<i>Pond with mangrove</i>)	Tambak tanpa mangrove (<i>Pond without mangrove</i>)	Tambak bermangrove (<i>Pond with mangrove</i>)	Tambak tanpa mangrove (<i>Pond without mangrove</i>)	Tambak bermangrove (<i>Pond with mangrove</i>)	Tambak tanpa mangrove (<i>Pond without mangrove</i>)	Tambak bermangrove (<i>Pond with mangrove</i>)	Tambak tanpa mangrove (<i>Pond without mangrove</i>)
Phytoplankton								
Bacillariophyceae:								
– <i>Surirella</i> sp.	1.408	-	-	-	-	1.408	-	-
– <i>Coscinodiscus</i> sp.	-	-	-	-	1.408	4.224	1.408	1.408
– <i>Bacteriastrum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	4.224	-
– <i>Rhizosolenia</i> sp.	-	-	-	-	2.112	2.816	2.112	-
– <i>Navicula</i> sp.	704	704	-	-	-	-	-	-
– <i>Nitzschia</i> sp.	2.816	704	1.408	2.112	2.816	2.816	5.632	2.112
– <i>Asterionella</i> sp.	704	704	-	-	-	-	-	-
– <i>Fragillaria</i> sp.	3.520	-	-	1.408	3.520	4.928	1.408	1.408
– <i>Tabellaria</i> sp.	704	-	-	-	-	-	-	-
– <i>Gyrosigma</i> sp.	704	704	1.408	4.928	704	1.408	704	-
Zooplankton								
– <i>Nauplius</i> sp.	5.632	2.112	-	-	8.448	9.856	9.856	1.408
– <i>Daphnia</i> sp.	1.408	-	-	-	-	-	-	-
Copepoda								
– <i>Cyclopoid</i> sp.	8.448	2.816	-	704	-	-	1.408	-
Jumlah taksa (<i>Number of taxa</i>) (C)	7	6	3	5	6	8	8	4
Jumlah individu (<i>Number of individual</i>) (N)	16.896	11.264	3.520	10.560	19.008	30.272	26.752	6.336
Indeks keanekaragaman Shannon (<i>Biodiversity index</i>) (H ²)	1,630	1,242	1,055	1,395	1,515	1,884	1,748	1,369
Indeks keseragaman (<i>Uniformity index</i>) (e)	0,175	0,128	0,129	0,151	0,154	0,183	0,172	0,156
Indeks dominansi (<i>Index of dominance</i>) (D)	0,368	0,188	0,360	0,298	0,273	0,182	0,220	0,259