

**PENYERAPAN POLUTAN LOGAM BERAT (Hg, Pb dan Cu)
OLEH JENIS-JENIS MANGROVE
(Absorption of Heavy Metal Pollutants (Hg, Pb and Cu) by Mangrove Species)*)**

Oleh/By :

N.M. Heriyanto¹ dan/and Endro Subiandono¹

¹Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165; Telp. 0251-8633234, 7520067; Fax 0251-8638111 Bogor

e-mail: numheriyanto88@yahoo.com

*)Diterima: 21 Maret 2011; Disetujui: 8 September 2011

ABSTRACT

*Research on absorption of pollutants in the waters by mangrove species was conducted in July-August 2010. The objective was to obtain information on which mangrove species is good in absorbing pollutants (Mercury/Hg, Plumbum/Pb and Copper/Cu). The research was conducted in three mangrove sites including Blanakan Subang West Java, Cilacap Central Java and Alas Purwo National Park Banyuwangi, East Java. The results showed that in general the largest accumulation of Cu was found in roots and stems. Pb was accumulated in roots and leaves, while Hg was in leaves and stems which were closed to the source of pollution. The ability of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. to absorb contaminants was generally better than *Rhizophora apiculata* Bl. and *Ceriops tagal* C.B. Rob. This was shown by accumulation of the substances in the tree. Accumulation of Pb in shrimp (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) found at the distance of 0-500 m from the source of pollutant in Blanakan Subang was 16 times greater than that found at the distance of > 1000 m from the pollution source, whereas in bandeng fish (*Chanos chanos* Forsskål, 1775) was only three times. Accumulation of Pb, Cu, and Hg in blanak fish (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) found in the distance of 0-500 m from pollution source in Cilacap was about three times; 2.5 times and eight times, respectively, compared with those found in the distance of > 1000 m from the pollution source. The content of Hg in shrimp was 3 times larger than in blanak fish in the Alas Purwo Nasional Park, i.e. 3.12 µg/kg.*

Keywords : Pollutants, mangroves, water

ABSTRAK

Penelitian penyerapan polutan di perairan oleh jenis-jenis mangrove dilakukan pada bulan Juli-Agustus 2010. Tujuan penelitian untuk memperoleh informasi mengenai jenis-jenis mangrove yang baik dalam menyerap polutan (merkuri/Hg, timbal/Pb dan tembaga/Cu). Penelitian dilakukan di tiga lokasi hutan mangrove, yaitu Blanakan Subang Jawa Barat, Cilacap Jawa Tengah dan Taman Nasional Alas Purwo Banyuwangi, Jawa Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umumnya akumulasi terbesar Cu terdapat pada bagian akar dan batang. Pb terakumulasi pada bagian akar dan daun sedangkan Hg pada bagian batang dan daun mangrove yang dekat dengan sumber pencemar. Dalam menyerap zat pencemar, kemampuan jenis *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. lebih baik dari *Rhizophora apiculata* Bl. dan *Ceriops tagal* C.B. Rob. Hal ini ditunjukkan oleh akumulasi zat tersebut pada bagian pohon. Akumulasi Pb di Blanakan Subang pada jarak 0-500 m dalam udang (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798) 16 kali lebih besar dibanding pada jarak > 1.000 m dari sumber pencemar, sedangkan pada ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskål, 1775) hanya tiga kali. Di Cilacap akumulasi Pb pada ikan blanak (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) tiga kali; Cu 2,5 kali dan Hg delapan kali bila dibandingkan antara jarak 0-500 m dan > 1.000 m dari sumber pencemar. Kandungan Hg pada udang tiga kali lebih besar dibandingkan dengan ikan blanak di Taman Nasional Alas Purwo, yaitu sebesar 3,12 µg/kg.

Kata kunci : Polutan, mangrove, perairan

I. PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove di Indonesia saat ini kondisinya sangat mengkhawatirkan akibat tekanan pertambahan penduduk yang sangat pesat. Jumlah penduduk yang terus bertambah membutuhkan lahan untuk pemukiman dan mencari naf-

kah. 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).

Hutan mangrove di Pulau Jawa terus mengalami degradasi akibat konversi un-

tuk tambak, penebangan kayu untuk berbagai keperluan dan rendahnya kesadaran masyarakat tentang fungsi ekologis hutan mangrove serta tidak adanya kepastian status kawasan (Said dan Smith, 1997). Fungsi dan manfaat mangrove telah banyak diketahui baik sebagai tempat pemijahan ikan di perairan, pelindung daratan dan abrasi oleh ombak, pelindung dari tiupan angin, penyaring intrusi air laut ke daratan, sebagai habitat satwa liar, tempat singgah migrasi burung dan menyerap kandungan logam berat yang berbahaya bagi kehidupan dan mengendapkan lumpur serta menyaring bahan pencemar.

Bahan pencemar dari limbah industri dapat mencemarkan air sungai dan berdampak negatif, yaitu terjadinya perubahan ekosistem muara berupa perubahan temperatur, pH, BOD, COD serta kandungan logam berat yang sangat mempengaruhi kehidupan flora dan fauna perairan. Limbah ini biasanya berasal dari industri maupun rumah tangga yang melibatkan unsur-unsur logam, seperti Timbal (Pb), Arsen (As), Kadmium (Cd), Merkuri (Hg), Krom (Cr), Nikel (Ni), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) dan Cuprum (Cu). Limbah tersebut umumnya merupakan limbah yang tidak dapat atau sulit didegradasi oleh mikroorganisme, sehingga akan terjadi akumulasi.

Penyerapan logam berat oleh akar pohon dipengaruhi sistem perakaran dan luasan permukaan akarnya. Sebagai contoh, *Rhizophora mucronata* Bl. dapat menyerap Cadmium (Cd) sebesar 17,933 ppm, *Rhizophora apiculata* Bl. memiliki kemampuan menyerap Cd sebesar 17,433 ppm, tetapi *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. hanya mampu menyerap Cd sebesar 0,5 ppm (Arisandi, 2008; Saepulloh, 1995). Tegakan mangrove jenis *Rhizophora stylosa* Griff. 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 diharapkan mampu

berfungsi menyerap kandungan polutan terutama jenis logam berat di lingkungan perairan sekitarnya, sehingga daya racun polutan tersebut pada hutan mangrove dapat berkurang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis mangrove yang paling baik dalam menyerap polutan logam berat Hg, Pb dan Cu dan kandungan polutan dalam ikan yang hidup di perairan mangrove tersebut.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli-Agustus 2010 di tiga tempat yaitu: (1) Blanakan, Subang Jawa Barat, yang termasuk dalam wilayah Resort Polisi Hutan (RPH) Tegal Tangkil (posisi koordinat: 06°13'37,08" LS dan 107°38'10,59" BT), Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Ciasem, Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Purwakarta, Perum Perhutani Unit III Jawa Barat-Banten, (2) Sungai Donan, yang termasuk dalam wilayah BKPH Cilacap (posisi koordinat: 07°40'50,41" LS dan 109°00'37,28" BT), Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah, dan (3) Sungai Segoro Anak di Taman Nasional Alas Purwo (posisi koordinat: 08°35'42,27" LS dan 114°15'45,52" BT), Banyuwangi, Jawa Timur. Lokasi penelitian ini dianggap mewakili dua tempat, yaitu pantai Utara pulau Jawa yang diduga tinggi pencemarannya dan pantai Selatan pulau Jawa (Cilacap dan Alas Purwo) yang relatif lebih kecil pencemarannya.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan penelitian yang digunakan antara lain: contoh ikan dan udang, bagian tanaman mangrove (akar, batang, daun dan buah). Peralatan yang digunakan di lapangan antara lain: jala ikan, parang, peta kerja, GPS, haga meter, phi band, kamera foto, kompas, kantong plastik dan alat tulis.

C. Metode Penelitian

Pengambilan contoh dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan jarak dari tempat pencemar (sungai atau industri): 0-500 m, 600-1.000 m, dan > 1.000 m. Pada penelitian ini yang dianggap sumber pencemar yaitu Sungai Cilamaya untuk lokasi Blanakan Subang, pabrik semen di tepi Sungai Donan Cilacap, dan Sungai Segoro Anak di Taman Nasional Alas Purwo (TNAP) Banyuwangi.

Contoh yang diambil meliputi bagian akar, batang, daun, dan buah dari jenis-jenis mangrove serta ikan/udang yang ada di lokasi penelitian (hutan mangrove maupun tambak). Biota perairan yang ditemukan di lokasi penelitian Blanakan yaitu ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskål, 1775) dan udang (*Penaeus monodon* Fabricius, 1798), ikan blanak (*Mugil cephalus* Linnaeus, 1758) di Cilacap, serta ikan blanak dan udang di lokasi TNAP. Data kemudian dianalisis kandungan bahan pencemarnya di laboratorium. Setiap contoh diulang dua kali.

Unsur logam berat umumnya bersifat toksik pada tanah (Andani dan Purbayanti, 1981). Tembaga/Cu adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik dengan nomor atom 29, merkuri/air raksa/Hg nomor

atom 80 dan timbal/Pb nomor atom 82, yang ketiganya termasuk logam berat.

D. Analisis Data

Pada penelitian ini material yang diambil yaitu akar, batang, daun, buah mangrove dan ikan/udang selanjutnya dianalisis di Laboratorium Biotrop. Analisis kandungan logam berat (Hg, Pb dan Cu) dilakukan dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) (Elmer, 2000). Dari hasil analisis ini akan dapat diketahui jenis mangrove yang baik dalam menyerap polutan. Semua data tersebut disajikan dalam tabulasi dan dianalisis secara deskriptif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Lokasi Blanakan Subang, Jawa Barat

1. Polutan pada Mangrove

Pada lokasi ini jenis mangrove yang dijumpai di lapangan hanya satu jenis, yaitu *Avicennia marina*. Hasil yang diperoleh dari analisis zat pencemar di lokasi Blanakan Subang Jawa Barat, disajikan pada Tabel 1.

Tabel (Table) 1. Kandungan zat pencemar pada batang, daun dan akar *A. marina* (Forsk.) Vierh. di perairan tambak (*Content of contaminants in stems, leaves and roots of A. marina* (Forsk.) Vierh. in pond waters)

Bagian tanaman dan zat pencemar (<i>Parts of plants and contaminants</i>)	Satuan (<i>Unit</i>)	Jarak dari S. Cilamaya (<i>Distance from Cilamaya river</i>)		
		0-500 m	> 500-1.000 m	> 1.000 m
Batang (<i>Stems</i>)				
Cu	Ppm	10,39	8,57	7,04
Hg	Ppm	0,059	0,045	< 0,0001
Pb	Ppm	66,70	49,49	48,23
Daun (<i>Leaves</i>)				
Cu	ppm	8,03	6,96	5,08
Hg	ppm	0,026	0,001	< 0,0001
Pb	ppm	110,81	86,43	81,33
Akar (<i>Roots</i>)				
Cu	ppm	15,28	13,37	5,63
Hg	ppm	0,002	< 0,0001	< 0,0001
Pb	ppm	105,60	97,52	82,86

Dari Tabel 1 dapat dikemukakan bahwa kandungan Cu (cuprum/tembaga) pada jenis *A. marina* terbesar pada jarak 0-500 m dari S. Cilamaya, yaitu pada bagian akar dan batang masing-masing sebesar 15,28 ppm dan 10,39 ppm. Zat pencemar Pb (timbal/timah hitam) terbesar pada bagian daun dan akar masing-masing sebesar 110,81 ppm dan 105,6 ppm pada jarak 0-500 m dari S. Cilamaya. Kandungan zat pencemar Hg (merkuri/air raksa) terbesar terakumulasi di bagian batang dan daun pada jarak 0-500 m dari sumber pencemar, yaitu masing-masing sebesar 0,059 ppm dan 0,026 ppm.

Banyaknya akumulasi Pb pada bagian daun merupakan usaha lokalisasi yang dilakukan oleh tumbuhan, yaitu mengumpulkannya dalam satu organ. Unsur Pb diduga banyak dihasilkan oleh industri yang berada di tepi S. Cilamaya. 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 daun, akumulasi Pb terbanyak yaitu 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 parenchym kemudian dilepaskan dari akar kembali ke media (Andani dan Purbayanti, 1981).

Zat pencemar Pb pada tumbuhan cenderung bersifat racun. Konsentrasi Pb sebesar 1 ppm berdampak besar dalam proses 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. Pada penelitian ini konsentrasi Pb pada *A. marina* sebesar 48,23 ppm-110,81 ppm, hal ini jauh melebihi ambang batas normal.

Analisis unsur Cu dari ketiga lokasi pengamatan menunjukkan bahwa akumulasi terbesar terdapat pada bagian akar (jarak 0-500 m dari S. Cilamaya) daripada bagian daun dan batang, yaitu sebesar 15,28 ppm. Hal ini sejalan dengan penelitian Andani dan Purbayanti (1981) yang menemukan konsentrasi ion yang lebih tinggi di bagian akar daripada di bagian daun. Hal ini merupakan bukti kuat untuk lokalisasi ekstra seluler yang diduga akibat pengikatan fraksi pektin pada dinding sel. Unsur Cu termasuk dalam unsur esensial dalam kelompok unsur mikro; akumulasi unsur ini dapat mengganggu pertumbuhan tanaman.

Kandungan Hg tertinggi di lokasi penelitian terdapat pada bagian batang *A. marina* pada jarak 0-500 m dari S. Cilamaya, yaitu sebesar 0,059 ppm. Menurut hasil penelitian Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah (2002), *A. marina* memiliki kemampuan akumulasi logam berat yang tinggi dengan cara melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya, sehingga mengurangi toksisitas logam berat tersebut.

2. Polutan pada Ikan Bandeng dan Udang

Kandungan zat pencemar dalam ikan dan udang di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 2. Kandungan zat pencemar pada ikan bandeng dan udang ditentukan oleh jarak dari sumber pencemar (S. Cilamaya). Semakin jauh dari sumber pencemar semakin kecil akumulasinya, demikian juga sebaliknya (Tabel 2). Akumulasi Pb dan Cu terbesar ditemukan pada udang, yakni masing-masing sebesar 12,85 µg/kg dan 4,73 µg/kg. Menurut penelitian Gunawan dan Anwar (2008), kandungan ikan bandeng yang hidup di tambak biasa mengandung Hg 49 kali lebih tinggi daripada di hutan mangrove dan untuk udang dapat mencapai dua kali lebih tinggi. Dalam penelitian ini kandungan Pb pada udang sampai 16 kali

bila dibandingkan antara jarak > 1.000 m dan 0-500 m dari sumber pencemar (S. Cilamaya), sedangkan kandungan Pb yang ditemukan pada ikan bandeng hanya tiga kali. Akumulasi zat pencemar dapat dikurangi apabila di lokasi tersebut hutan mangrovenya masih baik. Dengan demikian fungsi dari hutan mangrove salah satunya yaitu menyerap unsur bahan pencemar yang bersifat racun.

B. Lokasi Cilacap, Jawa Tengah

1. Polutan pada Mangrove

Hasil yang diperoleh dari analisis zat pencemar di lokasi Sungai Donan, Cilacap Jawa Tengah pada jenis *A. marina* disajikan pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 dapat dikemukakan bahwa kandungan Cu pada jenis *A. marina* tertinggi terdapat pada jarak 0-500 m dari pabrik semen, yaitu pada bagian akar dan

Tabel (Table) 2. Kandungan zat pencemar pada ikan bandeng dan udang di perairan tambak (*Content of contaminants in bandeng fish and shrimp in pond waters*)

Organisme (Organism)	Satuan (Unit)	Jarak dari S. Cilamaya (<i>Distance from Cilamaya river</i>)		
		0-500 m	> 500-1.000 m	> 1.000 m
Ikan bandeng (<i>Bandeng fish</i>)				
Cu	µg/kg	2,55	1,85	1,18
Hg	µg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Pb	µg/kg	6,60	5,03	2,32
Udang (<i>Shrimp</i>)				
Cu	µg/kg	4,73	3,59	2,10
Hg	µg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Pb	µg/kg	12,85	3,88	0,81

Tabel (Table) 3. Kandungan zat pencemar pada batang, daun, akar dan buah *A. marina* di perairan S. Donan (*Content of contaminants in stems, leaves and roots of A. marina in Donan river*)

Bagian tanaman dan zat pencemar (<i>Parts of plants and contaminants</i>)	Satuan (Unit)	Jarak dari pabrik semen (<i>Distance from cement factory</i>)		
		0-500 m	> 500-1.000 m	>.1.000 m
Akar (<i>Roots</i>)				
Cu	ppm	28,83	22,99	17,09
Pb	ppm	64,44	60,53	58,86
Hg	ppm	11,24	0,094	< 0,0001
Batang (<i>Stems</i>)				
Cu	ppm	17,60	11,12	1,39
Pb	ppm	74,93	63,38	51,14
Hg	ppm	1,55	0,607	<0,0001
Daun (<i>Leaves</i>)				
Cu	ppm	9,48	8,16	5,47
Pb	ppm	91,96	87,64	74,66
Hg	ppm	0,157	0,032	< 0,0001
Buah (<i>Fruits</i>)				
Cu	ppm	5,19	5,13	1,33
Pb	ppm	59,34	45,45	43,07
Hg	ppm	0,085	0,002	< 0,0001

batang masing-masing sebesar 28,83 ppm dan 17,60 ppm. Zat pencemar Pb terbesar pada bagian daun dan akar, yaitu masing-masing sebesar 91,96 ppm dan 64,44 ppm pada jarak 0-500 m dari pabrik semen. Kandungan zat pencemar Hg terbesar terakumulasi di bagian akar dan batang pada jarak 0-500 m dari sumber pencemar, masing-masing sebesar 11,24 ppm dan 1,55 ppm.

Hasil analisis zat pencemar pada bagian tanaman *R. apiculata* di perairan S. Donan disajikan pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa kandungan Cu (cuprum/tembaga) pada jenis *R. apiculata* terbesar ditemukan pada jarak 0-500 m dari pabrik semen, yaitu pada bagian akar dan batang, masing-masing sebesar 14,56 ppm dan 12,75 ppm. Zat pencemar Pb (timbal/timah hitam) terbesar ditemukan pada bagian daun dan batang, masing-masing sebesar 91,55 ppm dan 72,57 ppm pada jarak 0-500 m dari pabrik semen. Kandungan zat pencemar Hg (merkuri/air raksa) terbesar terakumulasi di bagian batang dan akar pada jarak 0-500 m dari sumber pencemar, masing-masing sebesar 4,59 ppm dan 0,216 ppm.

Secara umum kandungan logam berat Pb pada daun lebih tinggi daripada di bagian akar, batang dan buah (Tabel 3 dan Tabel 4). Hal ini diduga bagian tersebut menyerap logam dari sedimen dan air laut, sedangkan daun mangrove menyerap logam berat baik dari sedimen melalui akar, maupun dari deposisi atmosfer dan masuk ke jaringan daun melalui stomata. Menurut Markert (1993), Sukardjo dan Toro (1994), dan Ong Che (1999), disamping jenis dan habitat, musim juga dapat mempengaruhi kandungan logam berat pada mangrove.

Selain jenis *A.marina* dan *R. apiculata*, ditemukan pula jenis mangrove *Ceriops tagal* C.B. Rob. Akumulasi zat pencemar pada bagian tanaman jenis ini di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 5.

Di sepanjang Sungai Donan Cilacap terdapat dua industri besar, yaitu kilang minyak dan pabrik semen yang tentunya menghasilkan limbah yang terbuang dan mencemari sungai. Zat pencemar tersebut sebagian ada yang terserap pada tanaman mangrove dan sebagian lagi terbawa air, mengendap dalam tanah dan masuk dalam biota perairan (ikan, udang dan lain-lain). Tabel 5 menunjukkan bahwa

Tabel (Table) 4. Kandungan zat pencemar pada batang, daun, akar dan buah *R. apiculata* di perairan S. Donan (*Content of contaminants in stems, leaves and roots of R. apiculata in Donan river*)

Bagian tanaman dan zat pencemar (<i>Parts of plants and contaminants</i>)	Satuan (<i>Unit</i>)	Jarak dari pabrik semen (<i>Distance from cement factory</i>)		
		0-500 m	> 500-1.000 m	> 1.000 m
<i>Akar (Roots)</i>				
Cu	ppm	14,56	13,69	12,15
Pb	ppm	71,41	53,71	42,55
Hg	ppm	0,216	0,045	< 0,0001
<i>Batang (Stems)</i>				
Cu	ppm	12,75	10,75	1,71
Pb	ppm	72,57	67,55	53,40
Hg	ppm	4,59	0,677	0,001
<i>Daun (Leaves)</i>				
Cu	ppm	5,55	5,25	2,44
Pb	ppm	91,55	82,92	78,54
Hg	ppm	0,134	0,061	0,009
<i>Buah (Fruits)</i>				
Cu	ppm	2,07	1,33	0,23
Pb	ppm	56,56	45,81	31,80
Hg	ppm	0,092	0,056	0,038

Tabel (Table) 5. Kandungan zat pencemar pada batang, daun, akar dan buah *C. tagal* di perairan S. Donan (Content of contaminants in stems, leaves, roots and fruits of *C. tagal* in Donan river)

Bagian tanaman dan zat pencemar (Parts of plants and contaminants)	Satuan (Unit)	Jarak dari pabrik semen (Distance from cement factory)		
		0-500 m	> 500-1.000 m	>1.000 m
<i>Akar (Roots)</i>				
Cu	ppm	17,33	15,45	17,38
Pb	ppm	68,18	61,89	58,89
Hg	ppm	0,038	0,009	<0,0001
<i>Batang (Stems)</i>				
Cu	ppm	15,80	9,70	5,26
Pb	ppm	77,33	58,14	43,66
Hg	ppm	0,070	0,021	<0,0001
<i>Daun (Leaves)</i>				
Cu	ppm	10,57	8,05	3,66
Pb	ppm	144,99	97,49	86,82
Hg	ppm	0,534	0,014	0,004
<i>Buah (Fruits)</i>				
Cu	ppm	3,23	1,63	1,36
Pb	ppm	64,48	58,71	44,65
Hg	ppm	0,581	0,053	0,004

akumulasi zat pencemar Cu terbesar tereserap pada bagian akar dan batang, yaitu masing-masing sebesar 17,33 ppm dan 15,80 ppm. Kandungan Pb terbesar terdapat pada bagian daun (144,99 ppm) dan kemudian pada bagian batang (77,33 ppm). Konsentrasi Hg terbesar terdapat pada buah dan daun masing-masing sebesar 0,581 ppm dan 0,534 ppm yang semuanya ditemukan pada jarak 0-500 m dari pabrik semen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Greenland dan Hayes (1981) bahwa akumulasi zat pencemar ditentukan oleh konsentrasi zat tersebut dalam substrat (air dan tanah) atau dekat dengan sumber pencemar.

2. Polutan pada Ikan Blanak

Kandungan zat pencemar dalam ikan blanak di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 6.

Kandungan zat pencemar pada ikan blanak ditentukan oleh jarak dari sumber pencemar (pabrik semen), semakin jauh dari sumber pencemar semakin kecil akumulasinya, demikian juga sebaliknya (Ta-

bel 6). Akumulasi Pb, Cu dan Hg terbesar teradapat pada jarak 0-1.000 m dari pabrik semen, masing-masing sebesar 7,12 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 0,90 $\mu\text{g}/\text{kg}$ dan 0,89 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Dalam penelitian ini kandungan Pb 3 kali, Cu 2,5 kali dan Hg 8 kali bila dibandingkan antara jarak 0-1.000 m dan > 1.000 m dari sumber pencemar.

Ikan merupakan bio-indikator terhadap pencemaran lingkungan, termasuk cemaran kimia. Hal ini karena ikan menunjukkan reaksi terhadap adanya cemaran di perairan dalam batas konsentrasi tertentu, seperti perubahan aktivitas, efek pada pertumbuhan yang tidak normal hingga kematian (Chahaya, 2003). Kandungan Pb dan Hg dalam tubuh ikan di lokasi penelitian di atas ambang batas, dengan demikian bila dimakan oleh manusia zat pencemar tersebut akan terakumulasi pada hati. Menurut Departemen Kesehatan (1989), ambang batas kandungan logam berat yang diijinkan yaitu Cu = 2 ppm, Pb = 2 ppm, dan Hg = 0,5 ppm.

Tabel (Table) 6. Kandungan zat pencemar pada ikan blanak di perairan S. Donan (*Content of contaminants in blanak fish in Donan river*)

Organisme (Organism)	Satuan (Unit)	Jarak dari pabrik semen (<i>Distance from cement factory</i>)	
		0-1.000 m	> 1.000 m
Ikan blanak (<i>Blanak fish</i>)			
Cu	µg/kg	0,90	0,35
Hg	µg/kg	0,89	< 0,1
Pb	µg/kg	7,12	2,34

C. Lokasi Taman Nasional Alas Purwo, Jawa Timur

1. Polutan pada Mangrove

Hasil yang diperoleh dari analisis zat pencemar di lokasi perairan Sungai Segoro Anak Taman Nasional Alas Purwo, disajikan pada Tabel 7.

Pada Tabel 7 dapat dikemukakan bahwa kandungan Cu pada jenis *A. marina* tertinggi pada jarak 1.000 m dan 0 m dari dermaga wisata ditemukan pada bagian daun, masing-masing sebesar 10,72 ppm dan 9,93 ppm. Zat pencemar Pb terbesar pada jarak 0 m dan 1.000 m dari dermaga wisata juga ditemukan pada bagian daun, masing-masing sebesar 44,80 ppm dan 8,58 ppm. Kandungan zat pencemar Hg merata pada jarak dan bagian tumbuhan, yaitu sebesar < 0,0001 ppm.

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

Unsur tembaga/Cu dan timbal/Pb pa-

da tumbuhan cenderung bersifat racun, konsentrasi Cu dan Pb sebesar 1 ppm berdampak besar dalam proses tumbuhan tersebut termasuk proses fotosintesis dan respirasi (Treshow, 1985). Selanjutnya dinyatakan oleh Greenland dan Hayes (1981) bahwa konsentrasi Cu dan Pb pada tumbuhan yang masih dapat ditolerir adalah sekitar 0,1-10 ppm bahan kering.

Hasil analisis zat pencemar pada bagian tanaman *R. apiculata* di perairan S. Segoro Anak Taman Nasional Alas Purwo disajikan pada Tabel 8.

Pada Tabel 8, akumulasi zat pencemar Cu terbesar terserap pada bagian daun, yaitu pada jarak 0 m dan 1.000 m dari dermaga wisata, masing-masing sebesar 5,54 ppm dan 4,66 ppm. Kandungan Pb terbesar terakumulasi pada bagian daun pada jarak 0 m dan 1.000 m dari dermaga wisata, masing-masing sebesar 29,94 ppm dan 14,38 ppm, sedangkan Hg pada semua bagian dan jarak sama konsentrasinya, yaitu sebesar < 0,0001 ppm.

Kandungan logam berat secara alami Cu dan Pb mempunyai sumber hampir sama, yaitu erosi batuan mineral, partikel di udara yang dibawa hujan dan secara non alami akibat aktivitas manusia seperti limbah industri. Di lokasi penelitian, potensi buangan Pb ke perairan akibat aktivitas manusia lebih besar daripada Cu. Hasil penelitian Ong Che (1999) di Mai Po (Hongkong) juga menunjukkan bahwa kandungan logam Pb pada mangrove merupakan yang tertinggi dari pada tujuh logam lainnya, termasuk Cu dan Hg.

Tabel (Table) 7. Kandungan zat pencemar pada batang, daun dan akar *A. marina* di perairan S. Segoro Anak (*Content of contaminants in stems, leaves and roots of A. marina in Segoro Anak river*)

Bagian tanaman dan zat pencemar (<i>Parts of plants and contaminants</i>)	Satuan (<i>Unit</i>)	Jarak dari dermaga wisata (<i>Distance from tourist wharf</i>)	
		0 (m)	1.000 (m)
<i>Akar (Roots)</i>			
Cu	ppm	5,89	7,79
Pb	ppm	< 0,006	< 0,006
Hg	ppm	< 0,0001	< 0,0001
<i>Batang (Stems)</i>			
Cu	ppm	1,80	4,06
Pb	ppm	< 0,006	< 0,006
Hg	ppm	< 0,0001	< 0,0001
<i>Daun (Leaves)</i>			
Cu	ppm	9,93	10,72
Pb	ppm	8,58	44,80
Hg	ppm	< 0,0001	< 0,0001

Tabel (Table) 8. Kandungan zat pencemar pada batang, daun dan akar *R. apiculata*. di perairan S. Segoro Anak (*Content of contaminants in stems, leaves and roots of R. apiculata in Segoro Anak river*)

Bagian tanaman dan zat pencemar (<i>Parts of plants and contaminants</i>)	Satuan (<i>Unit</i>)	Jarak dari dermaga wisata (<i>Distance from tourist wharf</i>)	
		0 (m)	1.000 (m)
<i>Akar (Roots)</i>			
Cu	ppm	1,06	3,72
Pb	ppm	< 0,006	< 0,006
Hg	ppm	< 0,0001	< 0,0001
<i>Batang (Stems)</i>			
Cu	ppm	1,30	3,92
Pb	ppm	< 0,006	2,07
Hg	ppm	< 0,0001	< 0,0001
<i>Daun (Leaves)</i>			
Cu	ppm	4,66	5,54
Pb	ppm	14,38	29,94
Hg	ppm	< 0,0001	< 0,0001
<i>Buah (Fruits)</i>			
Cu	ppm	0,74	0,49
Pb	ppm	< 0,006	2,74
Hg	ppm	< 0,0001	< 0,0001

Hasil analisis zat pencemar pada bagian tanaman *Ceriops tagal* di perairan S. Segoro Anak disajikan pada Tabel 9.

Jenis *C. tagal* pada lokasi ini hanya terdapat di dermaga wisata. Akumulasi zat pencemar Cu terbesar terserap pada bagian daun, yaitu sebesar 5,92 ppm, bagian akar 2,85 ppm dan bagian buah 1,53

ppm. Kandungan Pb terbesar terakumulasi pada bagian daun sebesar 19,84 ppm, sedangkan Hg pada semua bagian sama konsentrasinya, yaitu sebesar < 0,0001 ppm.

Logam Cu merupakan logam esensial, sehingga tingginya konsentrasi pada akar dan terlebih lagi pada daun meng-

gambarkan kebutuhan fisiologi dari vegetasi tersebut. Kandungan logam Pb yang tidak esensial bagi tumbuhan lebih tinggi pada contoh akar yang senantiasa kontak dengan sedimen dibandingkan dengan batang dan daun. Hal ini disebabkan oleh logam Cu yang terdapat dalam air laut lebih banyak variasi dan interaksinya dengan akar, sementara bagian batang dan daun kurang mendapat variasi dan interaksi dengan air laut. Hasil penelitian Amin dan Zulkifli (1997) menunjukkan bahwa kandungan logam Pb pada sedimen lebih tinggi daripada di kolom air. Logam-logam akan terserap oleh akar bersama-sama dengan nutrien lain yang kemudian diedarkan ke bagian lain. Hasil penelitian Alberts *et al.* (1990) menunjukkan bahwa logam Pb pada akar lebih tinggi daripada batang dan daun, karena

logam tersebut mempunyai kemampuan translokasi yang rendah, sehingga lebih terkonsentrasi pada akar.

2. Polutan pada Ikan Blanak dan Udang

Kandungan zat pencemar dalam ikan blanak dan udang di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 10.

Kandungan zat pencemar pada ikan blanak dan udang pada lokasi ini terutama unsur Cu dan Pb akumulasinya sama, yaitu sebesar $< 6 \mu\text{g/kg}$ (Tabel 10). Akumulasi Hg pada udang lebih besar (tiga kali) dibandingkan dengan ikan blanak, yaitu sebesar $3,12 \mu\text{g/kg}$. Hal ini karena habitat udang adalah di dasar perairan dimana pada tempat ini banyak terdapat zat pencemar seperti Hg, Cu, dan Pb.

Tabel (Table) 9. Kandungan zat pencemar pada batang, daun, akar dan buah *C. tagal* C.B. Rob. di perairan S. Segoro Anak (*Content of contaminants in stems, leaves, roots and fruits of C. tagal C.B. Rob in Segoro Anak river*)

Bagian tanaman dan zat pencemar (<i>Parts of plants and contaminants</i>)	Kandungan zat pencemar (<i>Content of contaminants</i>) (ppm)
Akar (<i>Roots</i>)	
Cu	2,85
Pb	$< 0,006$
Hg	$< 0,0001$
Batang (<i>Stems</i>)	
Cu	0,73
Pb	$< 0,006$
Hg	$< 0,0001$
Daun (<i>Leaves</i>)	
Cu	5,92
Pb	19,84
Hg	$< 0,0001$
Buah (<i>Fruits</i>)	
Cu	1,53
Pb	$< 0,006$
Hg	$< 0,0001$

Tabel (Table) 10. Kandungan zat pencemar pada ikan blanak dan udang di perairan S. Segoro Anak (*Content of contaminants in blanak fish and shrimp in Segoro Anak river*)

Zat pencemar (<i>Contaminants</i>)	Satuan (<i>Unit</i>)	Organisme (<i>Organism</i>)	
		Ikan blanak (<i>Blanak fish</i>)	Udang (<i>Shrimp</i>)
Cu	$\mu\text{g/kg}$	< 6	< 6
Pb	$\mu\text{g/kg}$	< 6	< 6
Hg	$\mu\text{g/kg}$	0,96	3,12

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa akumulasi terbesar Cu (tembaga) pada umumnya terdapat pada bagian akar dan batang. Pb (timbal) terakumulasi pada bagian akar dan daun, sedangkan Hg (merkuri) paling banyak terakumulasi pada bagian batang dan daun mangrove yang dekat dengan sumber pencemar. Kemampuannya dalam menyerap tiga jenis logam berat/zat pencemar tersebut, jenis *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. lebih baik dibandingkan dengan jenis *Rhizophora apiculata* Bl. dan *Ceriops tagal* C.B. Rob.

Akumulasi Pb di Blanakan Subang pada jarak 0-500 m dalam udang ditemukan 16 kali lebih besar dibandingkan dengan jarak >1.000 m dari sumber pencemar, sedangkan dalam ikan bandeng ditemukan sebanyak 3 kali. Di Cilacap akumulasi Pb pada ikan blanak sebesar 3 kali, Cu 2,5 kali dan Hg 8 kali bila dibandingkan antara jarak 0-500 m dan > 1.000 m dari sumber pencemar. Kandungan Hg pada udang 3 kali lebih besar dibandingkan dengan ikan blanak di Taman Nasional Alas Purwo, yaitu sebesar 3,12 µg/kg.

B. Saran

Pengembangan tanaman mangrove sebagai penyerap polutan perlu mempertimbangkan substrat atau kondisi tanah dan tingkat pencemaran. Pada areal tambak dengan sistem *silvofishery* dalam kaitannya dengan penyerapan bahan pencemar maka penanaman jenis mangrove *Avicennia marina* lebih baik daripada jenis *Rhizophora* sp.

DAFTAR PUSTAKA

Alberts, J.J., M.T. Price, and M. Kania. 1990. Metal concentrations in tissues of *Spartina alterniflora* (Loisel) and sediments of Georgia

salt Marshes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 30: 47-58.

Amin, B. dan Zulkifli. 1997. Konsentrasi logam berat (Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni) pada air permukaan dan sedimen di perairan Rupat, Riau. *Berkala Perikanan Terubuk* 68: 29-38.

Andani, S. dan E.D. Purbayanti. 1981. Fisiologi lingkungan tanaman. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Arisandi, P. 2008. Bioakumulasi logam berat dalam pohon bakau (*Rhizophora mucronata* Bl.) dan pohon api-api (*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. Rob.). [http://tech.group.yahoo.com/burung pemangsa_Indonesia](http://tech.group.yahoo.com/burung_pemangsa_Indonesia). Diakses tanggal 25 Januari 2010, jam 10.30 wib.

Chahaya, I.S. 2003. Ikan sebagai alat monitoring pencemaran. <http://library.usu.ac.id/download/fkm/fkm-indra20c2.pdf>. Diakses tanggal 6 Juli 2011, jam 10.30 wib.

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.

Departemen Kesehatan, 1989. Surat Keputusan Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 13725/B/SK. VII/1989.

Elmer, P. 2000. Analytical methods for atomic absorption spectrometry. Perkin Elmer Instruments LLC, Singapore. 300 pp.

Greenland, D.J and N.H.B. Hayes. 1981. The chemistry of soil processes. John Wiley & Sons Ltd, New York.

Gunawan, H. dan C. Anwar. 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.

Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah. 2002. Hutan bakau

- hilang minamata datang. www. Ecoton.or.id. Diakses 3 Januari 2006.
- Markert, B. 1993. Instrument analysis of plants. *Plants as Biomonitors, Indicators for Heavy Metals in the Terrestrial Environment*, 66-103. New York. USA.
- Ong Che, R.G. 1999. Concentration metals in sediments and mangrove root samples from Mai Po, Hongkong. *Marine Pollution Bulletin* 39: 269-279.
- Said, A dan M.A.K. Smith. 1997. Proyek rehabilitasi dan pengelolaan mangrove di Sulawesi: ekonomi sumberdaya. Laporan Akhir. Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan dan Asian Development Bank. Jakarta.
- Saepulloh, C. 1995. Akumulasi logam berat (Pb, Cd, Ni) pada jenis *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. Rob. di Hutan Lindung Mangrove Angke Kapuk, DKI Jakarta. Skripsi Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Sukardjo, S. dan A.V. Toro. 1994. Akumulasi kadmium oleh semai *Avicennia marina* (Forsh) Vierch Rob. di hutan mangrove pesisir Teluk Jakarta. Makalah dalam Seminar Pemantauan Pencemaran Laut. Jakarta, 7-9 Februari 1994.
- 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. Tidak diterbitkan.
- Tomlinson, P.B. 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Treshow, M. 1985. *Air pollution and plant life*. John Wiley and Sons, Utah.