

**AKUMULASI LOGAM BERAT Cr DAN Pb PADA TUMBUHAN MANGROVE
AVICENNIA MARINA DI MUARA SUNGAI BABON PERBATASAN KOTA
SEMARANG DAN KABUPATEN DEMAK JAWA TENGAH**
*(Accumulation of Heavy Metals Cr and Pb in Mangrove Plant Avicennia marina
On Babon River's Estuari, City Line Semarang and Demak,
Central Java*

Vita Kartikasari¹, Shalihuddin Djalal Tandjung², Sunarto³

¹ Karyasiswa Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

² Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

³ Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Abstrak

Ekosistem mangrove cenderung dapat mengakumulasi unsur-unsur logam berat yang berada dalam perairan sekitar tumbuhan mangrove. Kajian ini dilakukan di muara sungai Babon, Semarang, Jawa Tengah. Tujuan penelitian untuk mengetahui kemampuan tumbuhan mangrove, *Avicennia marina*, dalam mengakumulasi unsur logam berat Cr dan Pb; mengetahui organ (akar, cabang, dan daun) yang paling banyak mengakumulasi unsur logam berat dan mengetahui peran tumbuhan mangrove dalam mengurangi kandungan logam berat (Cr dan Pb) yang ada di perairan muara sungai Babon.

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap. Tahap observasi pendahuluan ditujukan untuk mengidentifikasi jenis-jenis tumbuhan yang hidup di ekosistem mangrove dan menentukan keberadaan unsur logam berat dalam organ tumbuhan mangrove. Setelah observasi pendahuluan dapat ditentukan lokasi sampling yang ada tumbuhan mangrove *A. marina* dan lokasi yang tidak ada tumbuhan tersebut. Penelitian utamam ditujukan untuk memperoleh data primer konsentrasi Cr dan Pb dengan cara mencuplik dari organ tumbuhan (akar, cabang dan daun), sedimen dan air. Cuplikan dibawa ke laboratorium untuk dikeringkan dengan *Microwave Digestion MLS-1200 MEGA* dan ditentukan kadar Cr dan Pbnya. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik *Uji Non Parametric Kruskal Wallis* dan *Uji Two Test Kolmogorov Smirnov*.

Hasil penelitian menampakkan Cr terakumulasi lebih banyak daripada Pb di tumbuhan mangrove. Kecepatan faktor biokonsentrasi untuk Cr adalah 1052.66 dan Pb adalah 349.54. Tempat konsentrasi tertinggi Cr dan Pb dalam organ tumbuhan berturut-turut: akar, cabang dan dedaunan. Daun menyerap unsur Pb lebih besar daripada cabang. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa konsentrasi Cr dan Pb di sedimen yang perairannya ditumbuhi mangrove lebih besar dari pada di sedimen yang perairannya tanpa ditumbuhi mangrove. Konsentrasi unsur logam berat dalam perairan yang ditumbuhi mangrove ternyata tidak berbeda nyata dengan perairan yang tidak ditumbuhi mangrove.

Kata kunci: pencemaran sungai, logam berat, mangrove

Abstract

Mangrove have a tendency to accumulate heavy metal elements, which exist in the water ecosystem surrounds this plant life. This study is conducted in Babon River's Estuari Semarang, Central Java and aimed to meet some goals as follows. First, to observe the mangrove plants

capability, *Avicennia marina*, to accumulate heavy metal elements, e.g.: Cr and Pb. Second, to understand deeper observation of mangrove plant's organs: the roots, branches, and leaves, according to accumulate heavy metal elements. Third, to observe the role of mangrove plant due to reduce heavy metal elements (Cr and Pb), which may pollute in Babon rivers Estuaries. The Mangrove research and observation is divided into two major stages: Preliminary Observation and Main Observation.

The preliminary observation is aimed to identify the various types of Mangrove plant and determine the heavy metal element contained in Mangrove plant organ. Based on preliminary observation result then decided the designated location sample point (contain heavy metal elements) which represent the Mangrove *A. marina* plant existence and the absence. The main observation is conducted in order to determine primary data of Cr and Pb concentration by taking sample plant organ's (roots, branches, and leaves), sediment, and water. The sample is then dried by Microwave Digestion MLS-1200 MEGA. The main data observation is analysed statistically by using Non parametric Kruskal Wallis test and Two sample Kolmogorov-Smirnov Test.

The accumulating capability of Mangrove plant describes that Cr element is more accumulate by Mangrove plant comparing to Pb element. The rate of Bio-concentration factor for Cr and Pb are 1052.66 and 349.54. The highest concentration level of Cr and Pb in Mangrove plant's organ as in order : The roots, branches, and leaves. The leaves contain bigger Pb element than in the branches. The observation also shows that concentration of Cr and Pb element in sediment, settled in the bottom of water, that present with Mangrove are quite bigger than location which Mangrove absences. On the other side, observation also describe that there is not significant metal element concentration differences in the water which present Mangrove or even in absence.

Keywords : estuarine pollution, heavy metals, mangrove

PENGANTAR

Latar Belakang

Pemanfaatan daerah kepesisiran muara sungai sebagai pusat permukiman, kawasan industri, jalur transportasi, tempat rekreasi dan tempat pembuangan limbah, mengancam keberlanjutan ekosistem tersebut dalam menopang kehidupan di atasnya, manusia, hewan dan tumbuhan. Di beberapa daerah kondisi ekosistem daerah kepesisiran muara sungai sudah sangat mengkhawatirkan, terutama pada daerah padat industri dan perkotaan yang padat penduduk.

Di muara Sungai Babon hidup tumbuhan mangrove (Dinas Perikanan Kabupaten Demak, 2000). Tumbuhan mangrove mempunyai kecenderungan untuk mengakumulasi logam-logam berat yang terdapat dalam ekosistem tempat tumbuhan. Ekosistem mangrove tidak dapat berdiri sendiri, melainkan mempunyai keterkaitan dengan ekosistem lain. Keterkaitan antar

ekosistem ini membentuk suatu sistem yang lebih besar yaitu sistem DAS (Marsono, 2000). Secara administratif Sungai Babon menjadi batas wilayah Kota Semarang dan Kabupaten Demak. Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon meliputi beberapa anak sungai di sekitar Gunung Butak Ungaran, yang mengalir di wilayah timur Semarang dan Kabupaten Demak. Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon meliputi beberapa anak sungai di sekitar Gunung Butak Ungaran, yang mengalir di wilayah timur Semarang. Sungai Babon selain menerima limbah pertanian dan limbah rumah tangga juga menerima limbah industri. Limbah yang dibuang terutama di muara Sungai Babon antara lain berasal dari industri penyamakan/pengolahan kulit dengan potensi pencemaran chrom (Bapedalda, 1994/1995). Peta Peruntukan Sungai Babon dapat dilihat pada Lampiran 1.

Di beberapa negara, hutan mangrove berperan sebagai tempat pembuangan limbah yang mengandung berbagai logam berat dari

kawasan industri yang terletak di sepanjang teluk. Brooks (Supriyandono, 1999).

Dalam konteks inilah penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut: Pertama, mengetahui kemampuan tumbuhan mangrove *Avicennia marina* dalam mengakumulasi logam berat Cr dan Pb di muara Sungai Babon. Kedua, mengetahui perbedaan akumulasi logam berat Cr dan Pb antarorgan tumbuhan akar, cabang, dan daun *Avicennia marina*. Ketiga, mengetahui peran tumbuhan mangrove *Avicennia marina* dalam mengurangi pencemaran logam berat di muara sungai Babon.

Tinjauan Teori

“Pada umumnya tumbuhan akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air maupun dari tanah melalui akarnya (Filter & Hay, 1991). Semua tumbuhan memiliki kemampuan penyerapan yang memungkinkan pergerakan ion menembus membran sel, terutama nitrat dan ammonium, fosfat, kalium, kalsium, sulfat, magnesium, besi, tembaga, boron, chlor, seng dan molybdenum. Termasuk juga unsur yang berlimpah (aluminium, natrium) sampai unsur yang paling kecil yang dibutuhkan tanaman (zinconium, titanium), dapat diakumulasi oleh tanaman (Lusianty, 1997).”

Tumbuhan mangrove mempunyai kecenderungan untuk mengakumulasi logam-logam berat yang terdapat dalam ekosistem tempat tumbuhan hidup. Kemampuan akumulasi logam berat tersebut berbeda untuk setiap spesies Mc. Grath (Tam dan Wong, 1996). Buckley (Connell, 1995) pada tahun 1982 menyatakan spesies-spesies tanaman yang berbeda mempunyai kapasitas akumulasi yang berbeda, meskipun faktor akumulasi diferensial antara spesies-spesies relatif tetap.

Menurut Connell (1995) distribusi unsur-unsur hara dan garam-garam mineral tidak sama di setiap bagian tumbuhan. Tam dan Wong (1997) menyatakan bahwa tumbuhan mangrove mengakumulasi logam berat paling tinggi terdapat di bagian akar. Namun

demikian faktor lain seperti mobilitas dan kelarutan logam juga berpengaruh terhadap akumulasi logam berat dalam tumbuhan. Berdasarkan mobilitas dan kelarutannya, Guilizzoni (Sinha, 1998) menyebutkan kemampuan tumbuhan untuk mengakumulasi logam berat sesuai dengan urutan sebagai berikut : $Mn > Cr > Cu > Cd > Pb$. Berdasarkan urutan tersebut kemampuan tumbuhan untuk mengakumulasi Mn lebih besar dari Cr, kemampuan mengakumulasi Cr lebih besar dari Cu dan seterusnya. Selain kemampuan untuk mengakumulasi logam berat berbeda untuk setiap spesies, konsentrasi logam berat antarorgan tumbuhan seperti akar, cabang, daun juga berbeda dalam satu spesies. Perbedaan konsentrasi logam berat pada organ tumbuhan tertentu berkaitan dengan proses fisiologis tumbuhan tersebut.

Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut dapat ditarik beberapa rumusan penting yang menjadi dasar teori dalam melakukan penelitian. Pertama, berdasar fungsi akumulasi tumbuhan mangrove mampu mengakumulasi logam berat. Kedua, distribusi unsur-unsur hara dan garam-garam mineral tidak sama di setiap bagian tumbuhan. Ketiga, penyerapan unsur-unsur yang diperlukan oleh tumbuhan dalam jumlah banyak maupun sedikit memungkinkan konsentrasi unsur-unsur dalam tanah (sedimen) menjadi berkurang.

CARA PENELITIAN

Penelitian ini dijalankan dengan dua cara yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian inti. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk identifikasi jenis tumbuhan mangrove yang akan diteliti dan menentukan lokasi akumulasi logam berat dalam organ tumbuhan. Melalui penelitian pendahuluan ini teridentifikasi jenis tumbuhan mangrove yang terdapat di muara Sungai Babon. Berdasarkan alat reproduksinya, jenis tumbuhan mangrove yang terdapat di muara

Sungai Babon adalah *Avicennia marina* (Backer dan van Den Brink, 1965). Selanjutnya, penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan lokasi akumulasi logam berat dalam organ tumbuhan. Akar dan daun *A. marina* diambil sebagai contoh. Kemudian sampel tersebut dianalisis kandungan logam beratnya. Analisis dilakukan di Laboratorium Analisa Kimia Fisika Pusat (LAKFIP) UGM. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan terdapat perbedaan kandungan logam berat antarorgan tumbuhan akar bawah, akar atas dan daun tumbuhan *A. marina* pada beberapa organ kandungan logam berat tidak terdeteksi. Kandungan logam berat Cr dan Pb pada organ tumbuhan akar atas, akar bawah dan daun berturut-turut adalah 0,38 dan 4,32; 0,80 dan 7,05; serta tidak terdeteksi dan 5,96 ppm. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan ini dipilih organ-organ tumbuhan yang akan diteliti akumulasi logam beratnya. Dengan asumsi bahwa apabila terdapat logam berat yang cukup tinggi dalam tumbuhan, maka tempat tumbuhan tersebut tumbuh juga mengandung logam berat. Selanjutnya atas dasar ini, ditentukan letak titik-titik sampel yang akan digunakan sebagai tempat pengambilan sampel.

Penelitian inti dilaksanakan untuk memperoleh data primer dengan mengambil sampel tumbuhan mangrove *A. marina*, air dan sedimen pada lokasi bertumbuhan mangrove *A. marina* (sisi barat dan sisi timur muara) dan lokasi tidak bertumbuhan mangrove *A. Marina* sebagai kontrol. Sampel tumbuhan, sedimen dan air dianalisis kandungan logam beratnya. Preparasi sampel dilakukan dengan alat Microwave Digestion MLS-1200 MEGA. Pembacaan konsentrasi logam berat dengan AAS tipe-z 8000. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran 2. Data hasil penelitian dianalisis dengan statistik melalui paket program SPSS 7,5 for Windows dari IBM-PC.

Analisis statistik yang digunakan adalah analisis non parametrik Kuskall Walls Test untuk menguji ada tidaknya perbedaan

akumulasi logam berat Cr dan Pb antarorgan tumbuhan. Adapun Two-Sample Kolmogorov – Smirnov Test digunakan untuk menguji ada tidaknya perbedaan yang signifikan kandungan Cr dan Pb pada lokasi bertumbuhan dan tidak bertumbuhan mangrove. Untuk mengetahui kemampuan tumbuhan mangrove dalam mengakumulasi Cr dan Pb dihitung Nilai Faktor Biokonsentrasinya.

HASIL PENELITIAN

Hasil Nilai Faktor Biokonsentrasi Cr (KB_{Cr}) sebesar 1052,6690 dikategorikan tinggi. Nilai Faktor Biokonsentrasi (KB_{Pb}) sebesar 349,5416 dikategorikan sedang. Berdasarkan Faktor Biokonsentrasi tersebut kemampuan tumbuhan mangrove *A. marina* dalam mengakumulasi Cr lebih besar dari Pb. Hasil selengkapnya Nilai Faktor Biokonsentrasi Cr dan Pb dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Hasil uji statistik analisis nonparametrik Kruskal Wallis Test dengan tingkat signifikansi 5% menunjukkan terdapat beda nyata konsentrasi Cr dan Pb antarorgan tumbuhan akar, cabang, daun *A. marina*. Akumulasi Cr antarorgan tumbuhan akar, cabang dan daun *A. marina* sesuai urutan akar>cabang>daun. Berdasarkan urutan tersebut akumulasi Cr dalam akar lebih besar dari akumulasi Cr dalam cabang; akumulasi Cr dalam cabang lebih besar dari akumulasi Cr dalam daun. Sementara itu akumulasi Pb dalam organ tumbuhan akar, cabang, dan daun mengikuti urutan: akar>(cabang<daun). Besarnya urutan akumulasi Cr dan Pb dalam organ tumbuhan *A. marina* tertera pada Gambar 1 dan 2 berikut :

Hasil analisis akumulasi Cr dan Pb dalam akar, cabang, dan daun *A. marina* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 3.

Hasil uji Two – Samples Kolmogorov – Smirnov Test menunjukkan bahwa asymp. Signifikan untuk Cr dan Pb sedimen berturut-turut 0.042 dan 0.02 lebih kecil dari 0,05.

Akumulasi Logam Berat Cr dan Pb

Atas dasar itu, berarti terdapat perbedaan nyata konsentrasi Cr dan Pb sedimen pada lokasi yang bertumbuhan dan tidak bertumbuhan *A. marina*. Gambar 3 dan 4 menunjukkan konsentrasi Cr dalam sedimen pada lokasi yang bertumbuhan mangrove *A. marina* bervariasi antara 1,0246 – 25,5887 ppm; sedangkan sedimen pada lokasi yang tidak bertumbuhan *A. Marina* konsentrasi Cr agak lebih tinggi 14,8743 – 43,0579 ppm. Demikian pula dengan konsentrasi Pb lebih rendah pada lokasi bertumbuhan *A. marina* yaitu 4,7882 – 30,8671 ppm dibandingkan pada lokasi tidak bertumbuhan *A. marina* yaitu sebesar 12,9892 – 50,3663 ppm.

Berbeda dengan sedimen, hasil uji statistik untuk Cr dan Pb dalam air menunjukkan asymp. Signifikan lebih besar dari 0,05. Atas dasar itu, berarti tidak

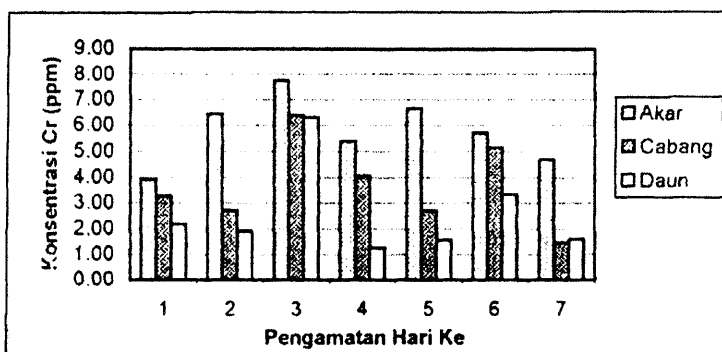
terdapat perbedaan nyata konsentrasi Cr dan Pb dalam air baik pada lokasi yang bertumbuhan dan tidak bertumbuhan *A. marina*. Hasil pengukuran konsentrasi logam berat Cr dan Pb dalam air pada lokasi yang bertumbuhan dan tidak bertumbuhan mangrove *A. marina*. Gambar dapat dilihat pada 5 dan 6.

Gambar 5 dan 6 diatas menunjukkan konsentrasi Cr dalam air pada lokasi bertumbuhan *Avicennia marina* bervariasi antara 0,0075 – 0,38 ppm; sedangkan pada lokasi tidak bertumbuhan konsentrasi Cr antara 0,05 – 0,86 ppm. Sementara itu konsentrasi Pb dalam air pada lokasi bertumbuhan *Avicennia marina* dan tidak bertumbuhan berturut-turut adalah 0,0125 – 0,04 ppm dalam 0,03 – 0,09 ppm.

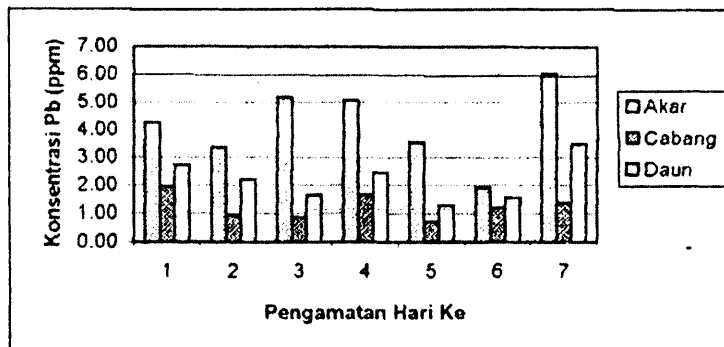
Tabel 1. Nilai Faktor Biokonsentrasi Cr dan Pb

Hari ke	Konsentrasi Cr (ppm)			Konsentrasi Pb (ppm)		
	Tumbuhan (total akar, cabang, daun)	Air	Nilai Faktor Biokonsentrasi Cr	Tumbuhan (total akar, cabang, daun)	Air	Nilai Faktor Biokonsentrasi Pb
1	8.3617	0.0125	757.6702	8.9606	0.0112	809.2512
2	12.9369	0.0150	874.5577	6.5261	0.0208	388.3899
3	15.8085	0.0362	488.3950	7.6998	0.0307	279.1163
4	10.7284	0.0175	710.3265	9.2054	0.0325	323.9041
5	10.9634	0.0125	1142.5430	5.5532	0.0362	155.9359
6	14.1672	0.0067	2212.0090	4.6761	0.0250	221.7107
7	9.4947	0.0100	1183.1118	10.9268	0.0467	268.4828
	Rata-rata		1052.6590			349.5416

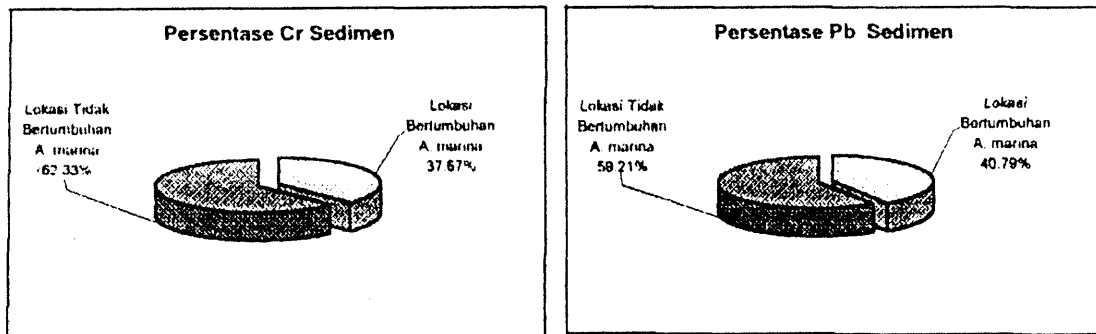
Sumber : Data Primer, 2001



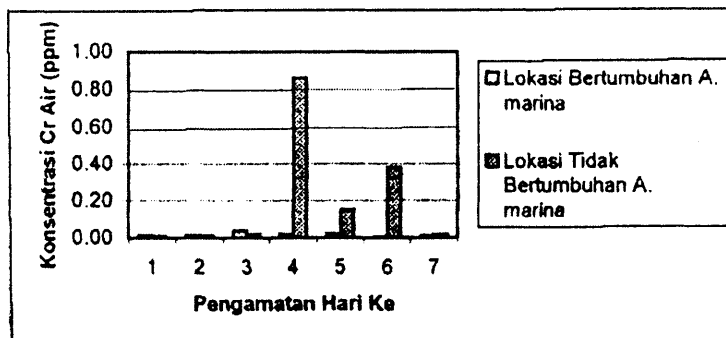
Gambar 1. Konsentrasi Cr dalam Akar, Cabang, Daun *A. marina* di Muara Sungai Babon Pengamatan Musim Kemarau bulan Mei 2001 (Sumber : Data Primer).



Gambar 2. Konsentrasi Pb dalam Akar, Cabang, Daun *A. marina* di Muara Sungai Babon Pengamatan Musim Kemarau bulan Mei 2001 (Sumber :Data Primer).

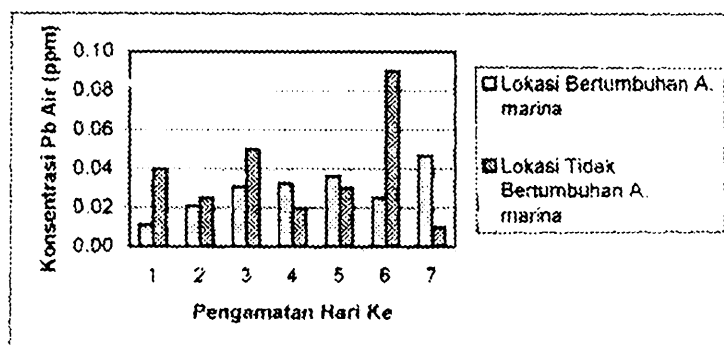


Gambar 3 dan 4 Persentase Konsentrasi Cr dan Pb dalam Sedimen dan Tumbuhan *A. marina* di Muara Sungai Babon (Sumber : Data primer).



Gambar 5. Rata-rata Konsentrasi Logam Berat Cr dalam Air pada Lokasi Bertumbuhan dan Tidak Bertumbuhan Mangrove *A. marina* (Sumber data).

Akumulasi Logam Berat Cr dan Pb



Gambar 6. Rata-rata konsentrasi logam berat Pb dalam air pada lokasi bertumbuhan dan tidak bertumbuhan mangrove *A. marina* (Sumber data).

Kesimpulan

1. Kemampuan tumbuhan mangrove *A. marina* dalam mengakumulasi logam berat Cr dikategorikan pada tingkat tinggi. Kemampuan dalam mengakumulasi logam berat Pb dikategorikan sedang.
2. Terdapat perbedaan akumulasi logam berat Cr dan Pb antarorgan tumbuhan mangrove *A. marina*. Akumulasi logam berat Cr dalam organ tumbuhan akar, cabang dan daun mangrove *A. marina*. Mengikuti urutan akar>cabang>daun. Adapun akumulasi logam berat Pb dalam akar, cabang, dan daun mengikuti urutan akar>(cabang<daun).
3. Tumbuhan mangrove *A. marina* berperan mengurangi konsentrasi logam berat Cr dan Pb sedimen di muara Sungai Babon. Sementara itu hasil uji statistik konsentrasi Cr dan Pb dalam air tidak menunjukkan beda nyata baik pada lokasi yang bertumbuhan mangrove maupun tidak bertumbuhan mangrove.

Saran

1. Tumbuhan mangrove *A. marina* berperan mengurangi konsentrasi logam berat Cr dan Pb dalam sedimen. Namun demikian konsentrasi logam tersebut dalam sedimen masih cukup tinggi. Atas dasar itu, diharapkan ada penelitian lanjutan tentang berapa luas minimal tumbuhan mangrove yang diperlukan dalam suatu

kawasan, sehingga dapat mengantisipasi perubahan lingkungan terutama akibat limbah logam berat. Dengan demikian diharapkan akan terwujud pemanfaatan ekosistem daerah pesisir muara sungai yang menjamin keberlanjutan dan daya guna secara berkesinambungan.

2. Karena Sungai Babon ada kandungan Cr dan Pb yang terserap pada *Avicennia marina*, maka perlu ada penelitian kandungan Cr dan Pb pada ikan/udang di tambak.

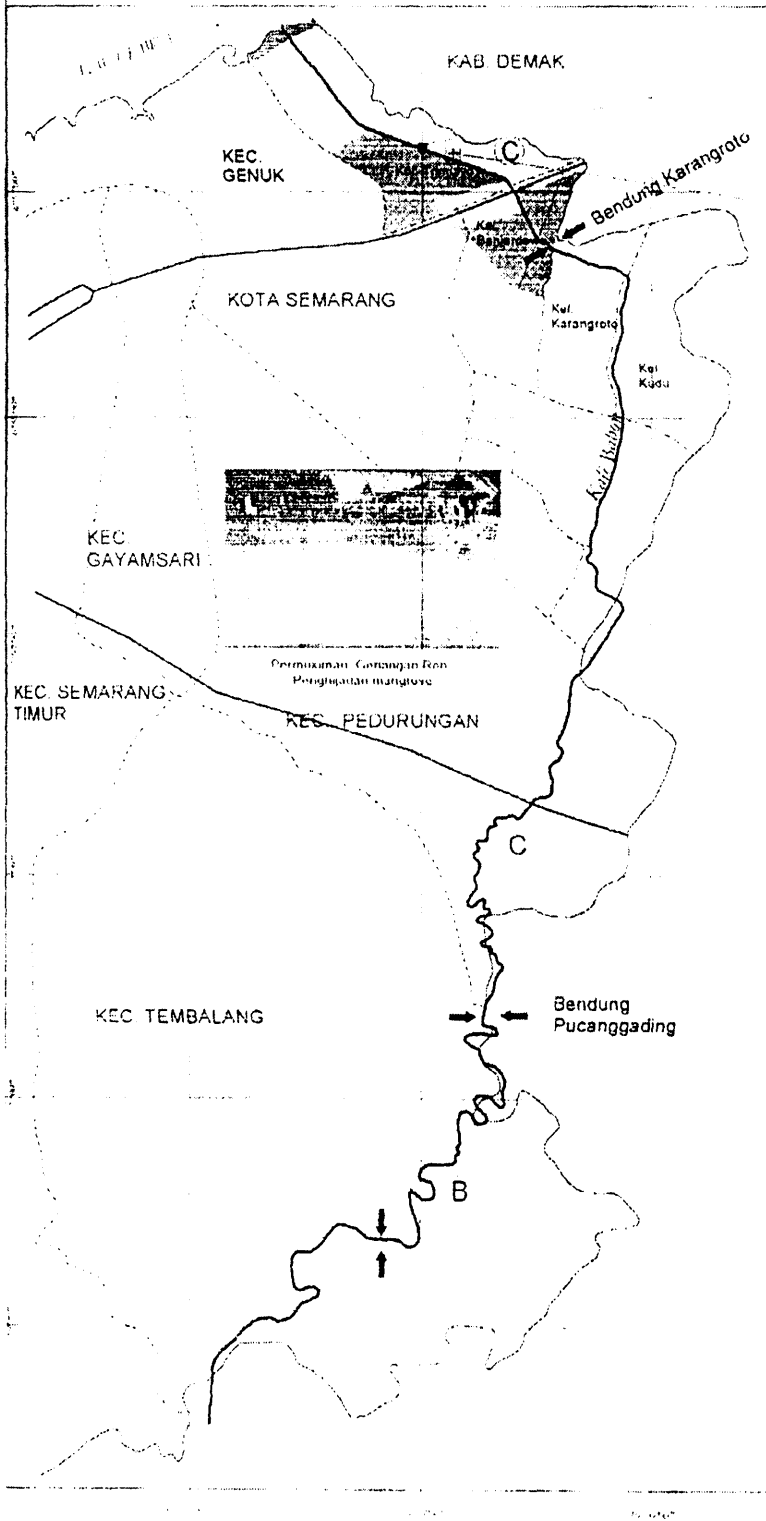
DAFTAR PUSTAKA

- Bapedalda Kota Semarang, 1994/1995. PROKASIH Di Sungai Babon Kotamadya Dati II Semarang. Laporan. Semarang Jawa Tengah.
- Bakcer, D.S., dan R.C.B. van Den Brink, 1965, *Flora of Java* (Spermatophytes only), Vol: II, Angiospermae Families. N.V.P. Noordhoff – Groningen – The Netherlands.
- Connell D.W., 1995 *Bioakumulasi Senyawaan Xenobiotic*. Penerjemah: Yanti Kastoer. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Dahuri D.H., Rais J., Ginting S.P., Sitepu M.J., 1996. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Cetakan Pertama. Pradnya Paramita. Jakarta.

- Dinas Perikanan Kabupaten Demak, 2000. *Kondisi Penghijauan Pantai Kabupaten Demak*. Inventarisasi Kerusakan dan Pemanfaatan Lahan di Pesisir Kabupaten Demak. Demak Jawa Tengah.
- Fitter, A.H. & Hay, R.K.M., 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lusianty, S.W., 1977. *Enceng Gondok sebagai Penyerap Pencemar*. Seamco Regional Center for Tropical Biology BIOTROP. Bogor Indonesia.
- Marsono, J., 2000, "Kemungkinan Pengembangan Kawasan Mangrove di Pantai Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta", *Seminar Regional Rehabilitasi Kawasan Mangrove di Pantai Selatan D.I.Yogyakarta*. INSTIPER-STIPER, Yogyakarta.
- Sinha, S., 1999, "Accumulation of Cu, Cd, Cr and Pb from Artificially Contaminated Soil by *Bacopa Monnieri*", *Environmental Monitoring and Assessment*, 57, 253 – 264.
- Supriyandono, 1999, "Lahan Hutan Untuk Mendaur Air Limbah Suatu Peluang yang Mengarah ke Kebutuhan Lingkungan", *Buletin Kehutanan*. 38. 61-68.
- Tam, N.F.Y and Wong, Y.S., 1996, "Retention and Distribution of Heavy Metals in Mangrove Soils Receiving Waste Water", *Environmental Pollution*. 94, 283-291.
- _____, 1997, "Accumulation and Distribution of Heavy Metals in a Simulated Mangrove Sistem Treated with Sewage", *Hydrobiologia*. 352, 67-75.

Lampiran 1. Peta Peruntukan Sungai Babon
Perbatasan Kota Semarang dan Kabupaten Demak

**PETA PERUNTUKAN SUNGAI BABON
PERBATASAN KOTA SEMARANG DAN KABUPATEN DEMAK**



Saluran Pembuangan Limbah



Pangkalan Perahu



0 0.75 1.5 2.25 3Km

Skala 1 : 75 000



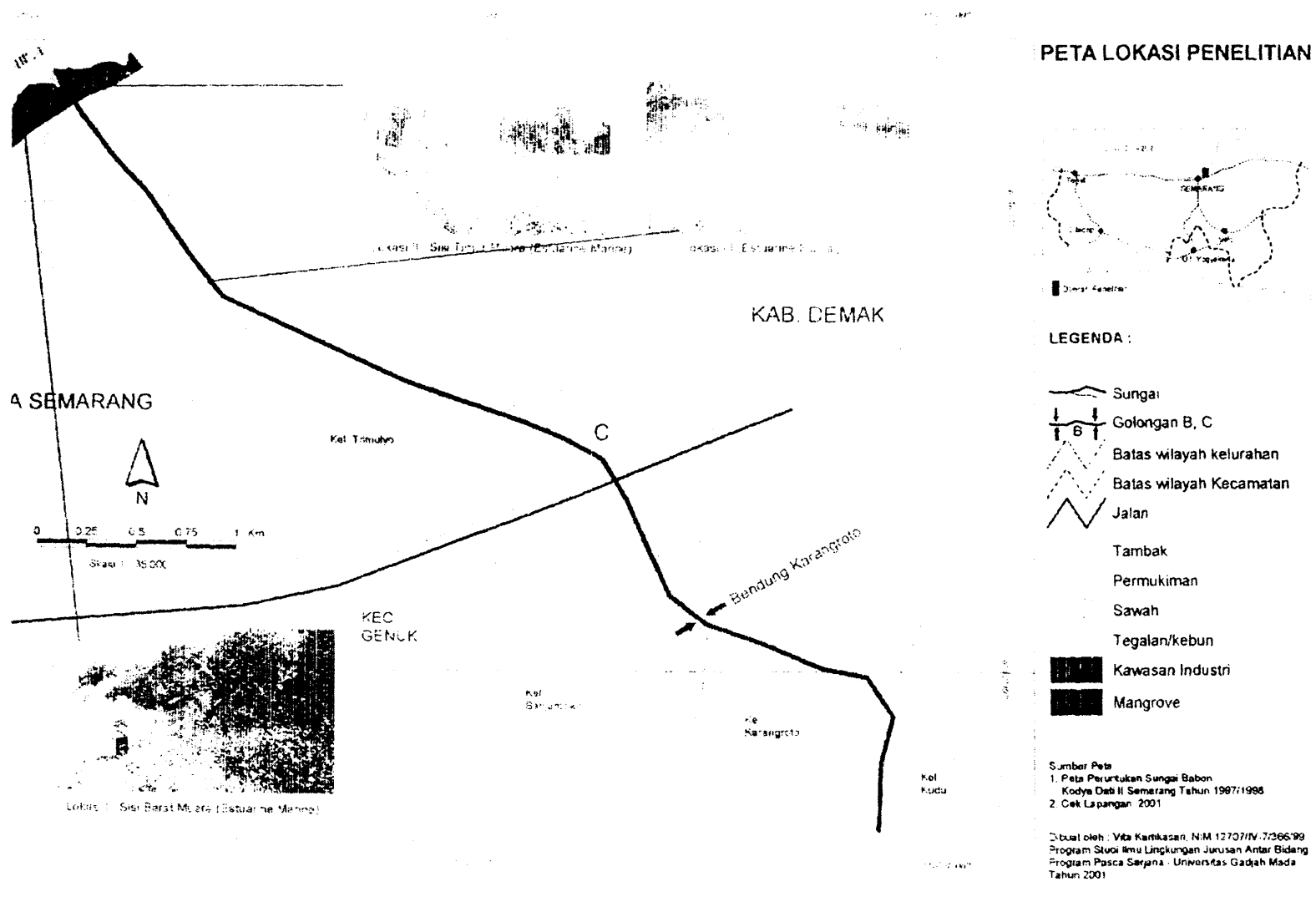
LEGENDA :

- Sungai
- Golongan B, C
- Batas wilayah kelurahan
- Batas wilayah Kecamatan
- Jalan
- Mangrove
- Tambak
- Permukiman
- Sawah
- Tegalan/kebun
- Tambang Galian C
- Kawasan Industri

Sumber Data
1. Peta Peruntukan Sungai Babon
Karya Oati II Semarang Tahun 1997-1998
2. Cek Lapangan, 2001

Dibuat oleh: Vito Kartikasari, NIM 12707141-7366/99
Program Studi Ilmu Lingkungan Jurusan Antar Bidang
Program Pasca Sarjana - Universitas Gadjah Mada
Tahun 2001

Lampiran 2. Peta Lokasi Penelitian



Lampiran 3. Hasil analisis akumulasi logam berat Cr dan Pb antarorgan tumbuhan akar, cabang, daun *Avicennia marina*.

Lokasi Sampel	Hari ke	Ulangan	Rata-rata Konsentrasi Logam Berat Antarorgan Tumbuhan											
			Cr						Pb					
			Akar		Cabang		Daun		Akar		Cabang		Daun	
			(ppm)	%	(ppm)	%	(ppm)	%	(ppm)	%	(ppm)	%	(ppm)	%
Sisi Barat muara (lokasi I) dan sisi timur muara (lokasi II)	1	1 (Composite sampel I+II)	3.8359	39.9516	3.3723	35.1226	2.3932	24.9258	4.0323	43.4850	1.9333	20.8497	3.3072	35.6653
		2 (Composite sampel I+II)	4.1469	40.6201	3.3588	32.9004	2.7003	26.4796	4.7560	50.7955	2.1267	22.7135	2.4804	26.4910
		3 (Composite sampel I+II)	3.8344	45.4217	3.1519	37.3376	1.4554	17.2407	4.0323	48.8999	1.8367	22.2736	2.3770	28.8265
	2	1 (Composite sampel I+II)	6.4796	60.8946	2.1835	20.5209	1.9775	18.5845	3.3322	50.7896	0.9366	14.2751	2.2920	34.9353
		2 (Composite sampel I+II)	6.2415	54.0569	3.0150	26.1127	2.2897	19.8304	3.3322	53.3281	0.7284	11.6578	2.1879	35.0141
		3 (Composite sampel I+II)	6.5754	60.0845	2.9108	26.5983	1.4574	13.3172	3.4364	50.7668	1.1447	16.9110	2.1879	32.3223
	3	1 (Composite sampel I+II)	8.4508	51.6286	6.3613	38.8633	1.5563	9.5081	4.3754	59.2419	1.0412	14.0982	1.9690	26.6599
		2 (Composite sampel I+II)	6.9882	25.8004	6.2519	23.0820	13.8454	51.1176	5.1046	70.0720	0.8330	11.4346	1.3472	18.4934
		3 (Composite sampel I+II)	7.8283	43.6675	6.5651	36.6214	3.5336	19.7110	6.0422	71.6820	0.7289	8.6470	1.6581	19.6711
	4	1 (Composite sampel I+II)	5.5328	50.5978	3.5397	32.3704	1.8624	17.0318	5.3001	60.0526	1.4570	16.5084	2.0687	23.4390
		2 (Composite sampel I+II)	5.4276	52.6213	3.8520	37.3449	1.0349	10.0338	4.9884	53.3999	1.4570	15.5970	2.8962	31.0030
		3 (Composite sampel I+II)	5.2161	47.6969	4.7886	43.7880	0.9312	8.5151	4.9884	52.7938	2.0814	22.0285	2.3790	25.1777
	5	1 (Composite sampel I+II)	5.3119	54.8697	3.3309	34.4072	1.0381	10.7232	3.4378	61.1405	0.9376	16.6747	1.2474	22.1848
		2 (Composite sampel I+II)	8.0180	65.8455	2.0822	17.0992	2.0768	17.0553	3.4378	66.0286	0.7292	14.0061	1.0395	19.9654
		3 (Composite sampel I+II)	6.6639	60.4035	2.7065	24.5321	1.6620	15.0644	3.7503	64.3230	0.5209	8.9337	1.5593	26.7433
	6	1 (Composite sampel I+II)	5.8214	43.4099	4.7846	35.6789	2.8042	20.9112	2.0545	46.2299	1.0398	23.3970	1.3498	30.3731
		2 (Composite sampel I+II)	6.0298	41.4296	5.0967	35.0186	3.4278	23.5518	1.8758	37.5707	1.4557	29.1556	1.6613	33.2737
		3 (Composite sampel I+II)	5.2854	36.3580	5.5126	37.9211	3.7391	25.7208	1.7865	38.9086	1.1437	24.9100	1.6613	36.1815
	7	1 (Composite sampel I+II)	4.2969	46.4821	2.8675	31.0190	2.0798	22.4989	6.1515	56.6604	1.2551	11.5608	3.4502	31.7789
		2 (Composite sampel I+II)	5.0361	66.0361	0.7169	9.4000	1.8733	24.5639	5.9429	56.3648	1.3597	12.8960	3.2411	30.7392
		3 (Composite sampel I+II)	4.7233	71.6730	0.9336	14.1661	0.9332	14.1609	6.0472	53.1393	1.5689	13.7866	3.7638	33.0741