

**DAYA SERAP AKAR MANGROVE *Avicennia marina*
TERHADAP LOGAM BERAT TIMBAL (PB)
DI PERAIRAN TAMAN WISATA ALAM ANGKE KAPUK JAKARTA**

Ahmad Fadhilah, Herman Hamdani, Sunarto, dan Asep Sahidin
Universitas Padjadjaran

Abstrak

Tumbuhan mangrove mempunyai fungsi ekologis yaitu dapat menyerap, mengangkut dan menimbun materi yang bersifat toksik yang berasal dari sekitar lingkungan tempat tumbuhnya, salah satunya adalah logam berat timbal (Pb). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan akar mangrove *A. marina* dalam mengakumulasi logam berat timbal (Pb) di Perairan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta. Sampel yang diambil berupa akar mangrove *A. marina*, air, dan sedimen yang dibagi kedalam 3 stasiun. Kemudian sampel dianalisis di Laboratorium dengan metode *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). Hasil penelitian menunjukkan perhitungan nilai rata-rata *bioconcentration factor* logam berat Pb pada stasiun 1 sebesar 0,2478. Sementara nilai BCF logam berat Pb untuk stasiun 2 sebesar 0,3078. Dan untuk stasiun 3, nilai BCF logam berat Pb sebesar 2,5180. Secara umum akar *A. marina* mampu mengakumulasi logam berat timbal (Pb) dengan nilai BCF 1,0246.

Kata kunci : Akar, *A. marina*, mangrove, timbal

Abstract

Mangrove plants have an ecological function that is able to absorb, transport and accumulate material that is toxic in the environment around it, one of which is heavy metal plumbum (Pb). This study aims to determine the ability of mangrove roots *A. marina* in accumulating heavy metal plumbum (Pb) in the waters of Alam Angke Kapuk Tourism Park Jakarta. Samples taken in the form of mangrove roots *A. marina*, water, and sediment were divided into 3 stations. Then the samples were analyzed in the Laboratory using the Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) method. The results showed the calculation of the average value of Bioconcentration factor of Pb heavy metal at station 1 was 0.2478. While the heavy metal BCF value of Pb for station 2 is 0.3078. And for Station 3, Pb heavy metal BCF value is 2.5180. In general, the roots of *A. marina* can accumulate heavy metal plumbum (Pb) with a BCF value of 1.0246.

Keywords: *A. marina*, mangrove, plumbum, root

PENDAHULUAN

Aktivitas manusia seringkali menghasilkan limbah yang menimbulkan pencemaran terhadap wilayah pesisir. Diantaranya kegiatan pertanian, penangkapan ikan, pemukiman, industri. Aktivitas tersebut terutama industri yang tidak dilengkapi dengan sitem pengelolaan limbah yang baik akan menghasilkan limbah logam seperti raksa (Hg), Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), seng (Zn), Kromium (Cr), dan Nikel (Ni) (Supriharyono, 2000).

Semakin tinggi aktivitas yang terjadi di sekitar perairan pesisir pantainya maka kadar logam berat di perairan tersebut akan meningkat pula. Menurut Wittig (1993) mangrove dapat menyerap bahan-bahan organik dan non organik sehingga dapat dijadikan bioindikator logam berat dalam perairan. Apabila kadar logam berat sudah melebihi ambang batas yang ditentukan maka akan berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup (Koestoer, 1995).

Senyawa atau unsur logam berat banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku katalisator, fungisida maupun sebagai additive pada kegiatan industri (Hutagalung, 1984). Logam berat termasuk kedalam makronutrien yang bermanfaat bagi organisme perairan seperti Zn, Fe, Cu, Co, namun limbah logam berat seperti Hg, Cd, Pb tidak tergolong logam berat esensial dan cenderung bersifat toksik bagi perairan (Laws 1981).

Salah satu spesies mangrove yang mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat adalah *A. marina*. Menurut Mukhtasar (2007) *A. marina* dapat digunakan sebagai indikator biologis lingkungan yang tercemar logam berat terutama Cu, Pb, dan Zn melalui monitoring berkala. Secara ekologis, ekosistem mangrove mampu menciptakan

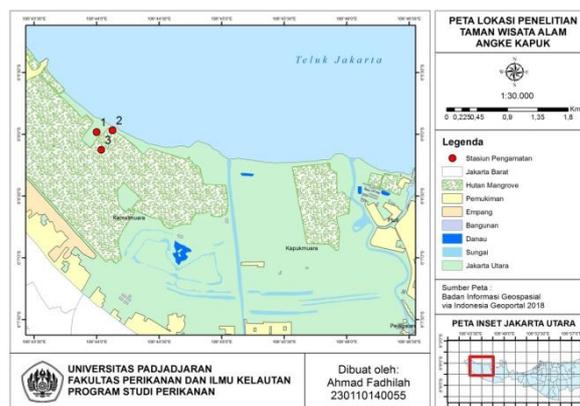
iklim mikro yang baik, memperbaiki kualitas air, sebagai tempat mencari makan, tempat memijah dan tempat berkembang biak berbagai jenis ikan, udang, kerang dan biota laut lainnya.

Penelitian ini dilakukan di Perairan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta mengingat di kawasan ini merupakan kawasan yang memiliki ekosistem mangrove yang cukup luas dan perkembangan bangunan tepi pantai (Water Front city) yang sangat pesat. Banyaknya aktivitas industri di sekitar lokasi menjadi dugaan adanya logam berat di sekitar kawasan tersebut. Serta banyaknya sumber perairan dari berbagai sungai di Jakarta yang melewati perairan Taman Wisata Alam Angke Kapuk sebelum berakhir ke Perairan Teluk Jakarta.

Riset ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan akar mangrove *A. marina* dalam mengakumulasi logam berat timbal (Pb) di Perairan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kemampuan bioakumulasi mangrove terhadap logam berat timbal di Perairan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-April 2018 di kawasan perairan Pantai Indah Kapuk Jakarta. Ada dua tahap penelitian yaitu penelitian insitu, dan penelitian eksitu yang dilaksanakan di laboratorium Sentral Universitas Padjadjaran Bandung Jawa Barat. Sampel diambil dari 3 stasiun dari pesisir ke arah daratan dengan masing -masing berjarak 300 meter. (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei pada 3 stasiun di Perairan Taman Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta. Setiap stasiun dilakukan pengulangan pengambilan sampel sebanyak 3 kali ulangan dengan selang waktu 14 hari. Penentuan stasiun pengambilan sampel yaitu dengan menggunakan metode survey dengan teknik composite sampling yaitu campuran beberapa sampel yang diambil dari beberapa titik tertentu dengan volume dan waktu yang sama.

- 1) Stasiun 1 : Kawasan ekowisata mangrove yang dekat dengan laut, namun arus tergolong kecil, banyak dilewati sumber cemaran, kondisi di stasiun ini dipengaruhi arus perairan dari stasiun 2.
- 2) Stasiun 2 : Kawasan ekowisata mangrove letaknya diantara stasiun 1 dan 3, kondisi di stasiun ini dipengaruhi pasang surut air laut dan arus tergolong tinggi karena berbatasan langsung dengan teluk jakarta, arus perairan tergolong tinggi.
- 3) Stasiun 3 : Kawasan ekowisata mangrove yang paling jauh dengan laut, kondisi di stasiun ini tidak ada pengaruh arus perairan, badan perairan tenang.

Data yang diperoleh dari hasil analisis di laboratorium kemudian di analisis daya serap akar mangrove *avicennia marina* dengan menggunakan perhitungan biokonsentrasi faktor yang mengacu pada MacFarlane et al. (2007) Parameter Bioconcentration Factor (BCF) ini merupakan perbandingan antara konsentrasi senyawa di jaringan atau tubuh organisme dan di dalam lingkungan. Berikut adalah rumus BCF :

$$BCF := \frac{\text{konsentrasi logam berat pada akar}}{\text{konsentrasi logam berat pada sedimen}}$$

Janssen et al., (1997) dalam Sawestri (2006) menyatakan bahwa apabila nilai BCFs > 1 dari konsentrasi yang ada dikolom air berarti organisme tersebut memiliki kemampuan mengakumulasi logam dalam tubuhnya, sebaliknya BCFs ≤ 1, berarti organisme kurang memiliki kemampuan mengakumulasi logam dalam tubuhnya. Pada perhitungan penelitian ini yang dijadikan pembanding adalah sedimen karena akar *A. marina* berinteraksi langsung dengan sedimen.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan

grafik serta dianalisis secara deskriptif. Konsentrasi logam berat Pb pada air dibandingkan dengan KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota. Sedangkan konsentrasi Pb pada sedimen mengacu pada standar mutu sedimen dalam Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Fisik Kimiawi Perairan

Hasil pengukuran pH di perairan Taman Wisata Alam Angke Kapuk berkisar antara 6,4 – 7,7. Pengukuran pH terendah terdapat pada stasiun 1 ulangan 1 sebesar 6,4, sementara hasil pengukuran pH tertinggi terdapat pada stasiun 1 ulangan 3 dan pada stasiun 2 ulangan 1 sebesar 7,7 (Tabel. 1).

Dari data yang didapat pH terendah terdapat pada stasiun 3. Rendahnya pH pada stasiun 3 mengindikasikan tingginya konsentrasi logam berat Pb pada air di stasiun 3. Menurut Palar (2004), pada saat perairan memiliki nilai pH mendekati normal maka timbal mengalami hidrolisis menjadikan timbal mudah larut dalam air, sementara nilai pH yang relatif basa timbal akan mudah mengendap seperti pada stasiun 1 ulangan 3 dan stasiun 2 ulangan 1. Menurut Kadir (2013), kenaikan pH pada badan perairan biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa senyawa logam, begitu pula sebaliknya. Menurut Sarjono dalam Kadir (2013) Penurunan pH pada perairan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar.

Hasil pengukuran suhu di perairan Taman wisata Alam Angke Kapuk berkisar antara 28°C – 31°C. Suhu terendah terdapat pada stasiun 1 ulangan 3 dan stasiun 3 ulangan 1 dan 3 sebesar 28°C. Sementara pengukuran suhu tertinggi terdapat pada stasiun 1 dan 2 pada saat ulangan 2 sebesar 31°C (Tabel 1).

Suhu pada stasiun 3 cenderung lebih rendah daripada stasiun 1 dan 2, hal ini dikarenakan kondisi stasiun 3 lebih rimbun dibandingkan dengan stasiun 1 dan 2 sehingga intensitas cahaya matahari yang masuk ke badan perairan cenderung lebih sedikit pada stasiun 3, sehingga menyebabkan suhu air lebih rendah. Menurut Nontji (2007) suhu air dipermukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi seperti curah hujan, penguapan, suhu udara, kecepatan angin, dan intensitas

cahaya matahari. Berdasarkan Kepmen LH 51 Tahun 2004 hasil pengukuran suhu dari masing-masing stasiun Taman Wisata Alam Angke Kapuk tergolong ideal untuk pertumbuhan mangrove yaitu berkisar antara 28°C-32°C. Fardiaz (1992) menyatakan bahwa kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat diantaranya, jumlah DO di dalam air menurun, kecepatan reaksi kimia meningkat, kehidupan hewan air terganggu. Sorensen dalam Arsad (2012) menyebutkan bahwa peningkatan suhu perairan cenderung menaikkan akumulasi dan toksisitas logam berat, diantaranya logam timbal dan tembaga.

Hasil pengukuran DO di perairan Taman wisata Alam Angke Kapuk berkisar antara 3,8 ppm – 6,8 ppm. Nilai DO terendah terdapat pada stasiun 1 ulangan 1 sebesar 3,8 ppm. DO tertinggi terdapat pada stasiun 2 ulangan 3 dan pada stasiun 3 ulangan 1 sebesar 6,8 ppm (Tabel. 1).

Menurut Effendi (2003) hubungan antara oksigen terlarut dengan suhu adalah semakin tinggi suhu maka oksigen terlarut akan semakin berkurang. Kenyataan di lapangan nilai oksigen terlarut tidak selalu berbanding terbalik dengan nilai suhu perairan. Oksigen terlarut pada stasiun 3 cenderung lebih tinggi dikarenakan badan perairan di stasiun 3 tidak mengalir sehingga DO yang dihasilkan lebih tinggi dibanding stasiun 1 dan 2. Pengukuran oksigen terlarut dilakukan siang hari sehingga nilai DO yang didapat berpengaruh terhadap fotosintesis yang terjadi pada perairan tersebut. Jeffries dan Mills (1996) dalam Effendi (2003) menyatakan

bahwa apabila penetrasi cahaya dalam perairan semakin tinggi akan menyebabkan semakin besar pula daerah yang dapat berlangsung fotosintesis, sehingga kadar oksigen terlarut akan relatif tinggi pada perairan. Kadar oksigen juga mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan. Pada stasiun 1 dan 2 memiliki konsentrasi logam berat pada air lebih rendah dibanding stasiun 3 dikarenakan daya larut logam menjadi rendah untuk perairan yang kekurangan oksigen menyebabkan air mudah menguap sehingga konsentrasi logam berat akan berkurang pada perairan yang kekurangan oksigen. Hal ini sejalan dengan Napitu (2002) yang menyatakan bahwa daerah-daerah yang kekurangan oksigen dalam air, daya larut logam menjadi lebih rendah dan mudah menguap sehingga konsentrasi logam berat akan berkurang.

Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen, dan Akar

Konsentrasi Pb pada air di Taman Wisata Alam Angke Kapuk berkisar antara ≤0,001 – 0,9123 ppm. Konsentrasi Pb pada sedimen berkisar antara 0,5830 – 5,1004 ppm. Konsentrasi Pb pada Akar *A. marina* berkisar antara ≤0,05 – 3,6759 ppm (Tabel. 2).

Secara keseluruhan konsentrasi logam berat Pb pada perairan Taman Wisata Alam Angke Kapuk sudah melebihi baku mutu yang ditetapkan Kepmen LH 51 Tahun 2004 yaitu sebesar 0,008 mg/L. Palar (2004) menyatakan bahwa saat pH air naik maka akan terjadi

Tabel 1. Parameter Fisik Kimiawi Perairan

Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
pH	6,4 – 7,7	6,9 – 7,5	6,6 – 6,9
Suhu (°C)	29 – 31	29 – 31	28 – 30
DO (ppm)	3,8 – 5,8	6,4 – 6,8	6,1 – 6,8

Tabel 2. Konsentrasi Pb Pada Air, Sedimen, dan akar

Stasiun	Air (mg/L)	Sedimen (ppm)	Akar (ppm)
1	≤0,001 – 0,3054	2,5740 – 4,2675	≤0,05 – 2,2885
2	0,0147 – 0,2864	1,3950 – 3,8899	≤0,05 – 0,7900
3	0,0027 – 0,9123	0,5830 – 5,1004	≤0,05 – 3,6759

perubahan kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air, sehingga akan mengendap membentuk lumpur. Rendahnya konsentrasi Pb pada air di Taman Wisata Alam Angke Kapuk pada stasiun 2 dikarenakan stasiun 2 dipengaruhi arus dan pasang surut yang tinggi karena berbatasan langsung dengan Teluk Jakarta. Hal ini sejalan dengan pernyataan Rochyatun *et al.*, (2006) bahwa rendahnya kadar logam berat dalam air laut, bukan berarti tidak berdampak negatif terhadap perairan, namun lebih disebabkan karena kemampuan perairan tersebut untuk mengencerkan bahan cemaran yang cukup tinggi. Hal ini juga dikarenakan air laut yang berada di wilayah tersebut cenderung berpindah karena pengaruh arus maupun pasang surut. Laut yang terbuka dapat dengan mudah membawa logam terlarut ke wilayah lain sehingga bisa mencemari daerah yang lain. Secara keseluruhan konsentrasi logam berat Pb pada sedimen di Taman Wisata Alam Angke Kapuk masih jauh dibawah baku mutu yang di tetapkan dalam *Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) interim sediment quality guidelines* atau pedoman kualitas sedimen yang di tetapkan sebesar 112 ppm serta *probable effect levels* sebesar 112 ppm. Berdasarkan urutan interval tertinggi konsentrasi Pb pada sedimen terdapat pada stasiun 3, 1 lalu 2. Hal ini disebabkan stasiun 1 dan 3 badan perairannya tenang, dan arus tergolong rendah serta tidak dipengaruhi pasang surut air laut sehingga logam Pb lebih banyak mengendap pada stasiun 1 dan 3. Hal ini berbeda pada stasiun 2 dimana stasiun 2 berbatasan langsung dengan Teluk Jakarta yang mempunyai arus lebih tinggi dan dipengaruhi pasang surut air laut. Rochyatun *et al.*, (2006) menyatakan rendahnya kadar logam berat dikarenakan air laut yang berada di wilayah tersebut cenderung berpindah karena pengaruh arus maupun pasang surut.

Tidak teridentifikasinya konsentrasi logam berat Pb pada akar mangrove *A. marina* pada ulangan 1 dikarenakan sensitifitas alat AAS yang hanya tidak mampu membaca konsentrasi $\leq 0,05$ ppm. Urutan kemampuan terbaik akar mangrove dalam menyerap logam berat Timbal (Pb) terdapat pada stasiun 3, 1 dan yang terendah stasiun 2. Hal ini dikarenakan konsentrasi Pb pada sedimen dan air pada stasiun 3 dan 1 tergolong lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 2. Sehingga

kemampuan akar dalam menyerap Pb lebih banyak pada stasiun 3 dan stasiun 2. Hal ini sesuai dengan pernyataan Setiawan (2013) yang menyatakan besarnya konsentrasi logam di jaringan akar diduga karena jaringan akar mempunyai interaksi langsung dengan sedimen dan air yang telah terkontaminasi oleh logam yang mengendap.

Konsentrasi Pb pada akar *A. marina* tertinggi ada pada akar stasiun 3. Hal ini dikarenakan konsentrasi Pb pada sedimen dan air pada stasiun 3 juga tinggi sehingga akar menyerap Pb lebih banyak dibandingkan dengan stasiun 1, dan 2. Berdasarkan hasil konsentrasi Logam berat Pb pada Akar Mangrove *A. marina* terbukti bahwa akar *A. marina* dapat mengakumulasi logam berat Timbal (Pb) walaupun dengan jumlah yang rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Macfarlane (2002) yang menyatakan bahwa bagian akar dari mangrove *A. marina* dapat dijadikan sebagai bioakumulator pada lingkungan yang tercemar logam berat terutama logam berat Pb, Cu, dan Zn.

Faktor Biokonsentrasi Akar Mangrove *A. marina* Terhadap Logam Berat Timbal (Pb)

Faktor Biokonsentrasi (BCF) adalah konsentrasi suatu senyawa didalam suatu organisme dibagi dengan konsentrasi senyawa dalam medium air atau sedimen. Untuk mendapatkan nilai faktor biokonsentrasi dari *A. marina* maka konsentrasi logam berat Pb pada akar dibagi dengan rata-rata konsentrasi logam berat Pb pada sedimen. Hal ini dikarenakan akar *A. marina* berinteraksi langsung dengan sedimen. Faktor biokonsentrasi dihitung untuk melihat kemampuan *A. marina* dalam mengakumulasi logam berat Pb.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai BCF diketahui bahwa nilai rata-rata BCF tertinggi adalah pada stasiun 3 dan nilai BCF rata-rata terendah adalah pada stasiun 1 (Tabel 3).

Hasil perhitungan nilai rata-rata Bioconcentration factor logam berat Pb pada stasiun 1 sebesar 0,2478, nilai rata-rata BCF logam berat Pb untuk stasiun 2 sebesar 0,3078, dan stasiun 3, sebesar 2,5180. Perbedaan kemampuan akar *A. Marina* dalam menyerap logam berat Pb disebabkan oleh faktor lingkungan. Pada stasiun 1 dan 2 arus perairan tergolong tinggi sehingga penyerapan Pb pada

Tabel 3. BCF Akar Mangrove *A. marina*

Lokasi	Ulangan	Konsentrasi Pb Sedimen	Konsentrasi Pb Akar	BCF	Rata-rata BCF
Stasiun 1	1	4,2675	≤0,05	-	0,2478
	2	2,5740	0,4250	0,1651	
	3	3,9576	2,2885	0,5782	
Stasiun 2	1	3,8899	≤0,05	-	0,3078
	2	1,3950	0,7900	0,5663	
	3	2,0094	0,7175	0,3571	
Stasiun 3	1	5,1004	≤0,05	-	2,5180
	2	2,1580	2,6949	1,2488	
	3	0,5830	3,6759	6,3051	
Rata-rata BCF Keseluruhan				1,0246	

stasiun 1 dan 2 tidak maksimal. Akar mangrove akan lebih maksimal dalam penyerapan Pb di badan perairan yang tenang dan tidak berarus dikarenakan Pb akan mengendap dan tidak berpindah ke daerah lain seperti halnya pada stasiun 3 yang badan perairannya tenang. Dapat disimpulkan bahwa akar *A. marina* dapat mengakumulasi logam berat Pb. Hal ini berbanding lurus dengan hasil penelitian Sugiyanto (2016), menunjukkan akar mangrove *A. marina*, dapat mengakumulasi logam berat Pb di perairan dengan nilai BCF sebesar 0,619.

Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata BCF pada akar mangrove di Taman Wisata Alam Angke Kapuk Jakarta Akar *A. marina* digolongkan mampu mengakumulasi logam berat Pb dengan nilai BCF 1,0246. Hal ini merujuk pada pernyataan (Janssen *et al.*, 1997 dalam Sawestri 2006) yang menyatakan bahwa apabila nilai $BCF > 1$ dari konsentrasi yang ada dikolom air berarti organisme tersebut memiliki kemampuan mengakumulasi logam dalam tubuhnya, sebaliknya $BCF \leq 1$, berarti organisme kurang memiliki kemampuan mengakumulasi logam dalam tubuhnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapat kesimpulan bahwa akar *A. marina* mengakumulasi logam berat Pb pada setiap stasiun dengan nilai BCF yang bervariasi. Secara umum akar mangrove di Taman Wisata Alam Angke Kapuk mampu mengakumulasi logam berat Pb dengan nilai rata-rata BCF 1,0246.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsad, M. (2012). Akumulasi logam timbal (Pb) dalam ikan belanak (*Liza Melinoptera*) yang hidup di perairan muara Sungai Poboya. Skripsi FKIP Universitas Tadulako, Palu.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Cetakan Kelima. Yogyakarta : Kanisius.
- Kadir, H. (2013). Biokonsentrasi logam berat Pb pada karang lunak (*Synularia Polydactyla*) di perairan Pulau Laelae, Pulau Bone Batang dan Pulau Badi. Skripsi FIKP Universitas Hasanudin, Makassar. Diunduh kembali dari <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/4062>.
- Koestoer, Raldi Hendro. 1995. Perspektif Lingkungan Desa Kota: Teori dan Kasus. Jakarta: UI. Press.
- Laws EA. 1981. Aquatic pollution. John Willey and Sons. New York.
- MacFarlane, G.R., E.C. Koller, and S.P. Blomberg. 2007. Accumulation and Partitioning of Heavy Metals in Mangrove: A Synthesis of Fieldbased Studies. *Chemosphere*. 1454- 1464.
- Nontji, A. 2007. Laut Nusantara (Edisi revisi). Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Palar. H. 2004. Pencemaran dan toksikologi logam berat. Jakarta: Rineka cipta.

- Rochyatun, E., Taufik, K dan Abdul, R. 2006. Distribusi Logam Berat Dalam Air dan Sedimen di Perairan Kamal Muara, Jakarta Utara. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB Bogor.
- Setiawan, H. 2013. Akumulasi dan distribusi logam berat pada vegetasi mangrove di perairan pesisir sulawesi selatan. Balai Penelitian Kehutanan Makassar. Jurnal ilmu kehutanan Vol. VII No. 1
- Sugiyanto, R. A. N, Defri Yona, Syarifah Hikmah Julianda S, 2016, *Analisis Daya Serap Akar Mangrove Rhizophora mucronata dan Avicennia marina Terhadap Logam Berat Pb dan Cu di Pesisir Probolinggo Jawa Timur.*
- Supriharyono. 2000. Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya Alam di Wilayah Pesisir Tropis. GramediaPustaka Utama. Jakarta.
- Wittig, R. 1993. General aspects of biomonitoring heavy metals by plants. Di dalam: Markert, B. (ed). *Plants as Biomonitors, Indicators for Heavy Metals in the Terrestrial Environment.* New York