

## FUNGSI MANGROVE SEBAGAI PENGENDALI PENCEMAR LOGAM BERAT

Edi Mulyadi<sup>1)</sup>, Rudi Laksmono<sup>2)</sup>, Dewi Aprianti<sup>3)</sup>

1) dan 2) Staf pengajar, 3) Alumni

Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UPN “Veteran“ Jawa Timur

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya, 60294.

### ABSTRAK

Perairan estuari Pantai Timur Surabaya telah tercemar oleh logam berat diantaranya tembaga (Cu). Pencemaran logam berat ini harus diwaspadai karena telah menunjukkan gejala keracunan logam berat pada masyarakat di sekitarnya. Perairan estuari Pantai Timur Surabaya ditumbuhi vegetasi mangrove yang didominasi oleh pohon api-api (*Avicennia marina*) yang berpotensi sebagai bioakumulator logam berat yang mencemari Pantai Timur Surabaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat dalam sedimen dan kandungan logam berat yang terakumulasi dalam akar pohon api-api (*Avicennia marina*) di Muara Kali Wonorejo. Kandungan logam berat dalam pohon api-api (*Avicennia marina*) dan sedimen dihitung menggunakan *Spectro pharo*.

Hasil pemeriksaan kandungan logam berat menggunakan *Spectro pharo* menunjukkan bahwa rata-rata kandungan tembaga (Cu) dalam sedimen di Muara Kali Wonorejo adalah 3,186 mg/lt. Rata-rata kandungan tembaga (Cu) dalam akar pohon api-api (*Avicennia marina*) di Muara Kali Wonorejo adalah 5,602 mg/lt.

*Kata kunci : perairan estuari, tembaga (Cu), pohon api-api (Avicennia marina)*

## PENDAHULUAN

Pantai timur Surabaya dikabarkan telah tercemar oleh logam berat. Pencemaran ini diwaspadai karena telah menunjukkan gejala keracunan logam berat pada masyarakat nelayan di sekitar Pantai Timur Surabaya. Seperti yang ditulis pada Surabaya Post, Rabu 15 Desember 1999 yang bertajuk "Gejala Idiot Tampak Pada Anak Nelayan Kenjeran". Berdasarkan penelitian 3 staff dosen Psikologi Universitas Surabaya menunjukkan bahwa 80% dari populasi anak sekolah di Kenjeran mengalami kemunduran intelektual atau Slow Learner. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat Kenjeran telah mengkonsumsi hewan laut di sekitar Pantai Timur Surabaya yang telah terkontaminasi logam berat, (Arisandi, 2001).

Arisandi (1996) melaporkan bahwa Pantai Timur Surabaya ditumbuhi vegetasi mangrove yang didominasi oleh jenis pohon api-api (*Avicennia marina*). Ekosistem mangrove di Pantai Timur Surabaya berpotensi sebagai bioakumulator logam berat. Dari hasil penelitian terhadap kandungan logam berat tembaga (Cu) pada mangrove jenis *Avicennia marina* yang dilakukan oleh Daru Setyo Rini Ssi (Peneliti Madya Lembaga Kajian dan Konservasi Lahan Basah-ECOTON) pada tahun 1999 menunjukkan hasil bahwa pohon api-api (*Avicennia marina*) di Muara Kali Wonorejo mengandung tembaga (Cu) di bagian akar sebesar 8,1782 µg/gr, dibagian kulit batang sebesar 3,8844 µg/gr dan di bagian daun sebesar 2,4649 µg/gr. Sedangkan rata-rata kandungan tembaga (Cu) dalam sedimen di Muara Kali Wonorejo adalah 12,7277 µg/gr.

Kemampuan vegetasi mangrove dalam mengakumulasi logam berat dapat dijadikan alternatif perlindungan perairan estuari Pantai Timur Surabaya terhadap pencemaran logam berat.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Daru Setyo Rini Ssi pada tahun 1999, maka penelitian ini hanya dikhususkan pada bagian akar pohon api-api karena kandungan tembaga (Cu) terbesar terdapat di bagian akar.

## TINJAUAN PUSTAKA

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki 17.500 pulau dengan garis pantai sepanjang kurang lebih 81.000 km serta lautan seluas kira-kira 5,8 juta km<sup>2</sup> yang merupakan 70 % dari seluruh wilayahnya. Sumberdaya pesisir dan lautan terutama ikan sejak lama menjadi sumber makanan dan protein utama bagi rakyat Indonesia (White *et.al.*, 1989; Kantor MNLH, 1997 dalam Arisandi, 2001). Menurut Djajadiningrat dan Amir (1992), lebih dari 80 % produksi perikanan oleh perikanan rakyat beroperasi di perairan pesisir (Rini 1999). Sugandhy (1995), mengatakan bahwa ketergantungan penduduk Indonesia terhadap sumberdaya pesisir dan lautan sangat besar, sekitar 60 % dari penduduk Indonesia (± 185 juta orang) diketahui tinggal di wilayah pesisir. Terdapat sekitar 4.735 desa dari 64.439 desa yang ada di Indonesia dikategorikan sebagai desa pantai serta 75 % kota besar dan menengah yang berpenduduk diatas 100.000 jiwa berada di pantai (Rini, 1999)

Pantai Timur Surabaya diberitakan telah tercemar oleh merkuri (Hg) dan tembaga (Cu). Hal ini merujuk pada penelitian Anwar (1996) yang menunjukkan bahwa darah masyarakat nelayan di Kenjeran mengandung tembaga (Cu) sebesar 2511,07 ppb dan merkuri (Hg) sebesar 2,48 ppb, padahal ambang batas tembaga dalam darah menurut ketentuan WHO adalah 800-1200 ppb, (Rini, 1999). Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat Kenjeran telah mengkonsumsi hewan

laut di sekitar Pantai Timur Surabaya yang telah terkontaminasi logam berat. Kualitas kehidupan biota lumpur (makrozoobenthos) menunjukkan klasifikasi tercemar berat di bagian utara Pantai Timur Surabaya dan tercemar ringan di bagian selatan, kecuali bagian litoral Muara Sungai Kali Wonokromo dan Kali Kenjeran termasuk dalam kategori tercemar berat.

Mangrove adalah suatu komunitas tumbuhan atau suatu individu jenis tumbuhan yang membentuk komunitas tersebut di daerah pasang surut, hutan mangrove atau yang sering disebut hutan bakau merupakan sebagian wilayah ekosistem pantai yang mempunyai karakter unik dan khas, dan memiliki potensi kekayaan hayati. Ekosistem mangrove adalah suatu sistem yang terdiri atas lingkungan biotik dan abiotik yang saling berinteraksi di dalam suatu habitat mangrove. Menurut DepHut (2003), hutan mangrove juga salah satu lahan basah yang paling produktif, karena tumbuh di daerah pasang surut pantai. Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki hutan mangrove terbesar dengan luas ekosistem mangrove sekitar 27% dari luas mangrove di dunia, serta memiliki ekosistem mangrove dan keragaman jenis tertinggi di dunia yang tersebar di wilayah pesisir Sumatera, Kalimantan, dan Papua. (Wijayanti, 2007).

Wilayah Pantai Timur Surabaya merupakan bentang alam yang relatif datar dengan kemiringan  $0-3^{\circ}$ , rata-rata ketinggian pasang surut 1,67 meter. Kawasan ini terbentuk dari hasil pengendapan dari sistem sungai yang ada di sekitarnya dan dipengaruhi oleh laut. Kondisi daerah delta dengan tanah aluvial yang sangat dipengaruhi oleh sistem laut ini merupakan habitat yang baik bagi tumbuhnya ekosistem mangrove (Arisandi, 2001). Jenis yang mendominasi adalah *Avicennia marina*

dengan ketebalan vegetasi mangrove hanya berkisar antara 5-100 meter ke arah daratan, bahkan beberapa bagian garis pantai tidak lagi ditumbuhi vegetasi mangrove karena telah dialihkan menjadi lahan pertambakan dan rekreasi. Ekosistem mangrove merupakan mata rantai utama yang berperan sebagai produsen dalam jaring makanan ekosistem pantai. Selain itu ekosistem mangrove yang memiliki produktivitas tinggi menyediakan makanan berlimpah bagi berbagai jenis hewan laut dan menyediakan tempat berkembang biak, memijah, dan membesarkan anak bagi beberapa jenis ikan, kerang, kepiting dan udang, sehingga secara tidak langsung kehidupan manusia tergantung pada keberadaan ekosistem mangrove. Mangrove juga memiliki fungsi fisik bagi pantai yaitu sebagai pelindung pantai dari hempasan ombak dan angin kencang, penahan abrasi, penampung air hujan sehingga mencegah banjir, dan penyerap limbah yang mencemari perairan. Mangrove yang tumbuh di ujung sungai besar berperan sebagai penampungan terakhir bagi limbah dari industri di perkotaan dan perkampungan hulu yang terbawa aliran sungai. Limbah padat dan cair yang terlarut dalam air sungai terbawa arus menuju muara sungai dan laut lepas. Area hutan mangrove akan menjadi daerah penumpukan limbah, terutama jika polutan yang masuk ke dalam lingkungan estuari melampaui kemampuan pemurnian alami oleh air. Mangrove alami berperan efektif dalam melindungi pantai dari tekanan alam dan erosi. Pemandangan menyedihkan yang biasa ditemui pada ekosistem mangrove adalah banyaknya sampah padat seperti plastik, gabus, kaca dan kardus yang menumpuk dan tersangkut di akar-akar mangrove. Pembuangan sampah ke dalam ekosistem ini merupakan indikator rendahnya perhatian masyarakat

terhadap ekosistem ini. Menurut Mastaller (1996), mangrove merupakan tempat yang praktis untuk pembuangan sampah karena wilayah ini jauh dari pemukiman penduduk (Arisandi. P, 2001).

Menurut Tomlinson (1996), pohon api-api (*Avicennia marina*) telah dimasukkan dalam suku tersendiri yaitu *Avicenniaceae*, setelah sebelumnya dimasukkan dalam suku *Verbenaceae*, karena *Avicennia* memiliki perbedaan mendasar dalam bentuk organ reproduksi dan cara berkembang biak dengan anggota suku *Verbenaceae* lainnya. (Arisandi. P, 2001). Pohon api-api (*Avicennia marina*) memiliki akar napas (*pneumatofore*) yang merupakan akar percabangan yang tumbuh dengan jarak teratur secara vertikal dari akar horizontal yang terbenam di dalam tanah. Reproduksi bersifat *kryptovivipary*, yaitu biji tumbuh keluar dari kulit biji saat masih menggantung pada tanaman induk, tetapi tidak tumbuh keluar menembus buah sebelum biji jatuh ke tanah. Buah berbentuk seperti mangga, ujung buah tumpul dan panjang 1 cm, daun berbentuk ellips dengan ujung tumpul dan panjang daun sekitar 7 cm, lebar daun 3-4 cm, permukaan atas daun berwarna hijau mengkilat dan permukaan bawah berwarna hijau abu-abu dan suram.

Sel-sel akar tumbuhan umumnya mengandung konsentrasi ion yang lebih tinggi daripada medium di sekitarnya. Sejumlah besar eksperimen menunjukkan adanya hubungan antara laju pengambilan ion dengan konsentrasi ion yang menyerupai hubungan antara laju reaksi yang dihantarkan enzim dengan konsentrasi substratnya. Menurut Fitter (1982), analogi ini menunjukkan adanya barrier khusus dalam membran sel yang hanya sesuai untuk suatu ion tertentu dan dapat menyerap ion tersebut, sehingga pada konsentrasi substrat yang

tinggi semua barrier berperan pada laju maksimum hingga mencapai laju pengambilan jenuh (Arisandi. P, 2001). Tembaga (Cu) dalam konsentrasi tinggi atau rendah bersifat sangat toksik bagi tumbuhan jika berada sebagai satu-satunya unsur dalam larutan. Sebagai fungisida tembaga (Cu) digunakan dalam bentuk serbuk dan spray. Tembaga (Cu) juga dibutuhkan oleh beberapa jenis tumbuhan sebagai elemen mikro yang berperan dalam proses respirasi. Kadmium (Cd) termasuk dalam elemen stimulator tumbuhan pada bagian tertentu.

## METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Akar mangrove jenis api-api, Sedimen yang berada pada stasiun C yaitu Muara Kali Wonorejo, dan stasiun B yaitu 2 km ke arah Muara Kali Wonorejo, serta stasiun A yaitu 4 km ke arah Muara Kali Wonorejo, Larutan HCl pekat (12 N), Larutan HNO<sub>3</sub> pekat (12 N), Aquades. Alat yang diperlukan untuk destruksi sampel hingga menjadi larutan ekstrak adalah oven, oven furnace, blender, timbangan analitik, gelas ukur, pipet, beaker glass 100 ml, kaca arloji, corong kaca, api bunsen, labu volumetrik 25 ml, kertas saring dan botol plastik.

### Cara Kerja :

Penelitian ini dilakukan secara *continue* dan dikerjakan dalam dua tahap proses, yaitu tahap proses destruksi sampel dan tahap analisis kandungan logam berat tembaga (Cu).

Variabel yang dikerjakan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel akar mangrove api-api dan sedimen di sekitarnya pada stasiun C di Muara Kali Wonorejo dibagi menjadi 3 (tiga) titik yang masing-masing berjarak 5 meter, sedimen yang berada di stasiun B dibagi menjadi 3 (tiga) titik, dimana masing-

masing titik berjarak 5 meter, pengambilan sample diambil secara acak di sekitar akar mangrove api-api dengan kedalaman 0 cm. Pengambilan sampel sedimen pada stasiun A dibagi menjadi 3 (tiga) titik, dimana tiap titik masing-masing berjarak 5 meter. Sampel-sampel tersebut diambil pada hari yang sama dan pada musim kemarau di kawasan sungai Wonorejo. Penelitian ini dilakukan pada 1 September – 15 Desember 2009, pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 22 November 2009, pukul 13:00-16:00 WIB.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Perairan Estuari Pantai Timur Surabaya

Perairan estuari Muara Kali Wonorejo memiliki geomorfologi yang mengalami proses pembentukan bentang alam oleh akumulasi sedimen (akrasi) dikarenakan banyaknya suplai sedimen yang terbawa aliran sungai yang bermuara di sana. Hal ini ditunjukkan oleh adanya hamparan dataran lumpur yang terlihat jika air laut surut. Sedimen adalah hamparan dataran lumpur yang ada di sekitar permukaan dekat akar nafas pohon api-api yang diambil secara acak.

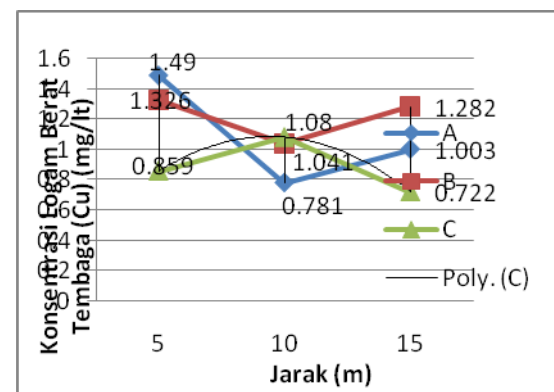
Muara Kali Wonorejo memiliki vegetasi mangrove dengan ketebalan 15-20 meter ke arah daratan dan vegetasi tumbuh lebih rapat dengan kanopi daun yang rimbun. Substrat berupa lumpur halus dan lapisan dalam berwarna kehitaman.

### Analisis Kandungan Tembaga (Cu) dalam Sedimen di Perairan Estuari Pantai Timur Surabaya

Tabel 1. Kandungan Tembaga (Cu) (mg/l) dalam Sedimen di Muara Kali Wonorejo pada Tiap Titik dan Tiap Stasiun

Replikasi	Jarak (m)	Kandungan Tembaga (Cu) (mg/l) pada Stasiun		
		A	B	C
1	5	1,49	1,326	0,859
2	10	0,781	1,041	1,08
3	15	1,003	1,282	0,722
Rata-rata		1,091	1,208	0,887

Dari tabel 1 di atas diketahui bahwa rata-rata kandungan tembaga (Cu) di Muara Kali Wonorejo adalah 3,186 mg/l, dimana hasil ini didapat dari akumulasi rata-rata hasil pada stasiun A, B, dan C.



Grafik 1. Pengaruh Jarak terhadap Kadar Tembaga (Cu) (mg/l) dalam Sedimen di Muara Kali Wonorejo

Pada stasiun A di titik 1 memiliki kandungan logam berat tembaga (Cu) sebesar 1,49 mg/l, titik 2 sebesar 0,781 mg/l, dan titik 3 sebesar 1,003 mg/l. Dan pada stasiun B di titik 1 memiliki kandungan logam berat tembaga (Cu) sebesar 1,326 mg/l, titik 2 sebesar 1,041 mg/l, dan titik 3 sebesar 1,282 mg/l. Sedangkan stasiun C pada titik 1

mempunyai kandungan tembaga (Cu) sebesar 0,859 mg/lt, titik 2 sebesar 1,08mg/lt, dan titik 3 sebesar 0,722 mg/lt. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara tiap titik pada masing-masing stasiun.

Berdasarkan grafik di atas, maka diperoleh persamaan umum untuk stasiun C dengan menggunakan regresi nonlinier metode parabola kuadratik :

$$Y = 0,059 + 0,2179 X + (- 0,01158 \times X^2)$$

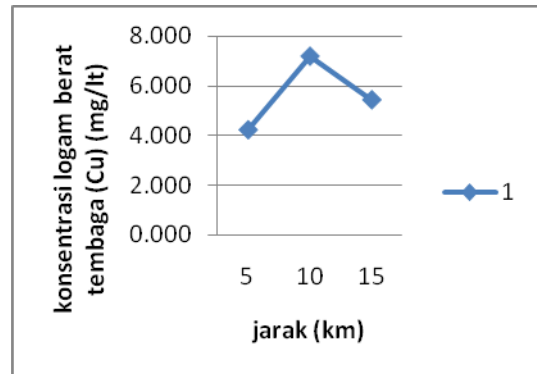
Persamaan kuadratik digunakan untuk menginformasikan model perumusan untuk mencari nilai Y pada X tertentu. Dimana Y adalah nilai kandungan tembaga (Cu) (mg/lt), sedangkan X adalah jarak (meter).

**Analisis Kandungan Tembaga (Cu) dalam Akar Pohon Api-api (*Avicennia marina*)**

Tabel 2. Kandungan Tembaga (Cu) (mg/lt) dalam Akar Pohon Api-api di Muara Kali Wonorejo

Replikasi	Jarak (m)	Kandungan Tembaga (Cu) (mg/lt)
1	5	4,212
2	10	7,175
3	15	5,421
Rata-rata		5,602

Dari tabel 1 di atas diketahui bahwa rata-rata kandungan tembaga (Cu) di Muara Kali Wonorejo adalah 5,602 mg/lt.



Grafik 2. Pengaruh Mangrove Api-api terhadap Penurunan Kadar Tembaga (Cu) (mg/lt) di Stasiun C pada Muara Kali Wonorejo

Dari grafik di atas diketahui bahwa akar pohon api-api (*Avicennia marina*) dapat mengakumulasi tembaga (Cu). Selain akumulasi, diduga pohon api-api (*Avicennia marina*) memiliki upaya penanggulangan toksik lain diantaranya dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya sehingga mengurangi toksisitas logam tersebut. Pengenceran dengan penyimpanan air di dalam jaringan biasanya terjadi pada daun dan diikuti dengan terjadinya penebalan daun (sukulensi). Ekskresi juga merupakan upaya yang mungkin terjadi, yaitu dengan menyimpan materi toksik logam berat di dalam jaringan yang sudah tua seperti daun yang sudah tua dan kulit batang yang mudah mengelupas, sehingga dapat mengurangi konsentrasi logam berat di dalam tubuhnya.

Metabolisme atau transformasi secara biologis (biotransformasi) logam berat dapat mengurangi toksisitas logam berat. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami pengikatan dan penurunan daya racun, karena diolah menjadi bentuk-bentuk persenyawaan yang lebih sederhana. Menurut Darmono

(1995), proses ini dibantu dengan aktivitas enzim yang mengatur dan mempercepat jalannya proses tersebut, (Rini, 1999).

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Rata-rata kandungan tembaga (Cu) dalam sedimen di Muara Kali Wonorejo adalah 3,186 mg/lt. Hal ini menunjukkan bahwa muara tersebut menerima suplai limbah yang mengandung logam berat tembaga (Cu) dalam konsentrasi yang cukup besar.
2. Rata-rata kandungan tembaga (Cu) dalam akar pohon api-api di Muara Kali Wonorejo adalah 5,602 mg/lt, maka dapat disimpulkan bahwa pohon api-api dapat mengakumulasi logam berat tembaga (Cu).
3. Stasiun C memberikan pengaruh pengendalian pencemar yang relatif baik dibandingkan dengan stasiun A dan stasiun B, karena stasiun C dapat merecovery kadar tembaga (Cu) sebesar 359 %, sedangkan stasiun A hanya 292 % dan stasiun B sebesar 263 %.

### SARAN

Saran yang diajukan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1). Pohon api-api (*Avicennia marina*) mampu mengakumulasi logam berat di dalam organ tubuhnya, sehingga keberadaannya di perairan estuari Pantai Timur Surabaya perlu dipertahankan. Muara Kali Wonorejo perlu direboisasi dengan vegetasi mangrove dan dijadikan sebagai kawasan preservasi yang mampu menampung logam berat yang terkandung dalam limbah industri dan rumah tangga yang

terbawa aliran sungai-sungai yang bermuara di sana.

- 2). Perlu adanya pengawasan dari lembaga pemerintah yang berwenang terhadap pembuangan limbah industri ke sungai dan memberikan sanksi yang tegas terhadap industri yang melakukan pelanggaran, sehingga dapat mengurangi timbulnya dampak pencemaran di perairan Pantai Timur Surabaya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arisandi, 2001, "Mangrove Jenis Api-api (*Avicennia marina*) Alternatif Pengendalian Logam Berat Pesisir",  
[URL:http://www.terranet.com/](http://www.terranet.com/),  
10 Oktober 2009
- Rini, D.S., 1999, "Analisis Kandungan logam Berat Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) dalam Pohon Api-api (*Avicennia marina*) di Perairan Estuari Pantai Timur Surabaya", Skripsi Mahasisiwi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga, Surabaya
- Siaka. I.M, 2008, "Korelasi Antara Kedalaman Sedimen di Pelabuhan Benoa dan Konsentrasi Logam Berat Pb dan Cu", Jurnal Jurusan Kimia 2 FMIPA, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, 2 (7) 2008
- Wijayanti, T., 2007, "Konservasi Hutan Mangrove Sebagai Wisata Pendidikan", Tugas Akhir Mahasiswa Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya

