

## PELESTARIAN HUTAN MANGROVE SOLUSI PENCEGAHAN PENCEMARAN LOGAM BERAT DI PERAIRAN INDONESIA

Samuel Sander Erari<sup>1</sup>, Jubhar Mangimbulude<sup>2</sup>, Karina Lewerissa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana

<sup>2</sup> Dosen Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana

Universitas Kristen Satya Wacana

Jalan Diponegoro 52-60, Salatiga 50712

Email: erarisemuelsander@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Laju pertumbuhan penduduk dan perkembangan kawasan industri di beberapa kota besar di Indonesia menimbulkan masalah limbah yang menyebabkan pencemaran air oleh logam berat. Aktifitas masyarakat perkotaan menyebabkan produksi limbah rumah tangga dan Industri meningkat, dan dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan yang baik. Beberapa perairan yang tercemar logam berat misalnya, Perairan pesisir Teluk Jakarta, perairan pesisir Pulau Panjang Jepara, perairan muara sungai Babon dan Seringin di Semarang dan perairan Pulau Kabaena di Sulawesi Tenggara. Melihat masalah pencemaran perairan pesisir oleh logam berat maka ulasan ilmiah ini penting untuk ditulis. Beberapa logam berat yang dapat dijumpai di perairan pesisir dan laut, dan berbahaya bagi biota laut adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), kadmium (Cd), arsen (As), selenium (Se), kobalt (Co), nikel (Ni), tembaga (Cu), kromium (Cr), seng (Zn). Sifat logam-logam tersebut sangat berbahaya sehingga perlu untuk dilakukan suatu tindakan yang tepat untuk membersihkan logam-logam berbahaya tersebut. Fitoremediasi lahan mangrove merupakan sebuah strategi yang tepat dalam membersihkan perairan tercemar logam berat karena tumbuhan mangrove jenis *Avicennia Marina* dan *Rhizophora* spp., memiliki kemampuan menyerap logam berat pada badan air dan sedimen pada perairan yang tercemar. Hutan mangrove di Indonesia secara perlahan-lahan dari tahun ke tahun luasannya selalu berkurang. Penebangan oleh masyarakat, pemanfaatan lahan sebagai daerah pertambakan, dan pemukiman serta kepentingan masyarakat terhadap penggunaan hutan mangrove meningkat, membuat kita kehilangan ekosistem mangrove secara perlahan-lahan. Saat ini ekologi kita mengalami masalah pencemaran sehingga upaya-upaya melestarikan ekosistem-ekosistem yang telah rusak sangat penting. Pelestarian hutan mangrove juga merupakan satu hal yang sangat penting guna memulihkan kawasan perairan pesisir dan laut yang tercemar oleh logam berat. Pemerintah, ilmuwan dan kaum akademisi serta masyarakat Indonesia seluruhnya perlu kerjasama yang baik guna melestarikan hutan mangrove di perairan pesisir Indonesia, terutama pada pesisir pantai daerah tercemar logam berat.

**Kata kunci :** bambu pencemaran perairan, logam berat, pelestarian hutan mangrove, perairan Indonesia.

### PENDAHULUAN

Di Indonesia, pada kota-kota besar seperti Jakarta dan beberapa kota lainnya mengalami laju pertumbuhan penduduk yang cukup pesat. lingkungan tidak mampu lagi menampung penduduk yang begitu banyak, sehingga sering muncul masalah-masalah kesehatan masyarakat karena lingkungan yang tercemar. Salah satu masalah kesehatan lingkungan adalah masalah pencemaran air. Air minum menjadi tidak bersih, bahkan perairan sungai, danau, pesisir pantai dan laut juga tercemar. Pencemaran muncul karena jumlah penduduk yang begitu banyak sehingga produksi limbah rumah tangga meningkat. Tetapi, perkembangan IPTEK turut memicu perluasan kawasan industri yang banyak menghasilkan limbah yang dibuang tanpa pengolahan yang baik. Lestari (2004), menyatakan perairan pesisir Teluk Jakarta merupakan yang paling tercemar di Asia akibat limbah rumah tangga dan industri. Selanjutnya disebutkan bahwa kualitas air pada beberapa sungai seperti Sungai Angke, Cisadane, Cimanceri, Cirarab dan Kali Sabi yang bermuara ke Teluk Jakarta mengandung logam berat.

Sebuah penelitian yang dilakukan Rocyatun dan Rozak pada bulan Juni - September 2003 di perairan pesisir Teluk Jakarta, menunjukkan adanya kandungan logam berat Pb, Cd, Cu, Zn, dan Ni dalam sedimen di perairan wilayah bagian barat Teluk Jakarta, kandungan logam berat Pb = 8,49 – 31, 22 ppm, Cd = <0,001-0,47 ppm, Cu = 13, 81-193,75 ppm, Zn = 82, 18 – 533, 59 ppm, Ni = 0, 99 – 35, 38 ppm. Selanjutnya tekstur sedimen berupa lumpur berwarna hitam. Secara fisik bentuk tersebut menunjukkan bahwa mengandung logam berat yang sangat tinggi. Bila dibandingkan dengan kandungan logam berat di perairan pesisir Pulau Panjang Kabupaten Jepara, terdapat sedikit perbedaan. Logam berat yang terkonsentrasi di perairan pesisir Pulau Panjang Jepara sudah terakumulasi kedalam jaringan terumbu karang.

Menurut Susiati (2008), tingkat pencemaran logam berat Zn, Cu, Cr, dan Fe di Perairan Pulau Panjang Kabupaten Jepara, telah melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan. Pada *tissue* terumbu karang yang dianalisis mengandung Zn 1, 78 – 42, 34 ppm, Cu 0, 41 ppm, Cr 0,03-0,35 ppm, dan Fe berkisar antara 30,56 ppm. Data tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi akumulasi ke empat unsur logam berat tersebut ke dalam jaringan terumbu karang yang melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan oleh SK Men KLH No. 51 Tahun 2004 sebesar 0,01 ppm. Di Semarang, Jawa Tengah menurut Wulandari, (2008), Perairan Muara Sungai Babon dan Muara Sungai Seringin dinyatakan tercemar logam berat Pb dan Cd



melebihi nilai ambang batas sesuai baku mutu Kep Men KLH RI No 51 tahun 2004. Kandungan logam berat Pb 0, 038 – 0, 128 ppm, sedangkan peruntukan untuk biota laut adalah 0, 008 ppm. kandungan Cd 0, 021 – 0, 042, sedangkan peruntukan untuk biota laut adalah 0 001 ppm, data tersebut menunjukkan telah terjadi pencemaran kondisi perairan muara sungai. Sungai Babon mendapat sumbangan Pb dan Cd dari aktifitas industri tekstil, kertas, penyamakan kulit, bak mobil, bengkel kerja serta makanan dan minuman. Sungai Seringin pencemarnya bersumber dari industri kayu, kulit, tekstil, kertas, tapioka, alumunium, pabrik cat, dan parik pakan ternak.

Di Sulawesi Tenggara terdapat aktifitas penambangan nikel di pulau Kabaena berpotensi sebagai penyumbang unsur logam berat Pb, Cd, Cu, Zn dan Ni ke dalam sedimen dan perairan. Tetapi, hasil penelitian dari Ahmad ( 2009 ), menunjukkan bahwa kadar kelima unsur logam berat tersebut masih dibawah nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Kep. MNLH. No. 51, tahun 2004 untuk biota laut. Berdasarkan beberapa kasus tersebut, dapat disimpulkan bahwa kondisi perairan pesisir dan laut di Indonesia telah tercemar berat maupun tercemar ringan oleh logam berat.

Beberapa kasus pencemaran lingkungan perairan oleh logam berat yang membahayakan kesehatan manusia adalah SINDROM MINAMATA, JEPANG, terjadi akumulasi air raksa (Hg) dalam tubuh ikan konsumsi. Orang Jepang memiliki budaya makan ikan laut yang banyak. Tetapi, perairan Teluk Minamata tercemar air raksa (Hg) akibat limbah yang dibuang ke perairan tanpa pengolahan yang baik oleh pabrik batu baterai Chisso. Akibatnya ratusan orang di Jepang mati dengan penyakit yang aneh akibat kelumpuhan syaraf ( <http://id.wikipedia.org>. 2011 ). Indonesia merupakan negara berkembang dan perlu mengantisipasi pencemaran logam berat akibat kurangnya pengolahan limbah industri. Di daerah perkotaan seperti Jakarta, perlu diantisipasi bahaya logam berat di perairan. Ikan - ikan di Teluk Jakarta diduga mengandung logam berat (Hg) yang tinggi. Penelitian lain menyebutkan bahwa hasil tambak dari Sidoarjo yang terdiri dari udang laut pernah ditolak importir dari Jepang karena mengandung (Cd) dan (Pb) diatas nilai ambang batas (<http://id.wikipedia.org>. 2011 ).

Melihat permasalahan yang muncul akibat perairan tercemar oleh logam berat. Maka dilakukan ulasan ilmiah ini. Tujuan ulasan ilmiah ini adalah untuk memberikan informasi tentang pentingnya melestarikan hutan mangrove, menjelaskan potensi hutan mangrove sebagai sebuah solusi yang dapat digunakan untuk membersihkan pencemar logam berat di perairan pesisir dan laut Indonesia.

## LOGAM BERAT YANG TERLARUT DI PERAIRAN

Di kota-kota besar yang terdapat aktifitas industri dan padat penduduknya serta pada daerah-daerah yang terdapat aktifitas pertambangan, perairannya akan beresiko tercemar logam berat. Supriharyono (2000) dalam Panjaitan, (2009), mengatakan zat berbahaya seperti logam berat muncul di perairan dengan konsentrasi melebihi nilai ambang batas karena industri belum dilengkapi dengan proses pengolahan limbah yang baik. Logam berat dapat menyebar di udara, tanah dan perairan. Suatu perairan dikatakan tercemar oleh logam berat apabila kandungan logam berat pada badan air tersebut telah melebihi nilai baku mutu lingkungan yang ditetapkan untuk kandungan logam berat. Beberapa jenis logam berat yang sering dijumpai dalam badan air perairan pesisir dan laut pada perairan yang tercemar adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), kadmium (Cd), arsen (As), selenium (Se), kobalt (Co), nikel (Ni), tembaga (Cu), kromium (Cr), seng (Zn). Jenis - jenis logam berat tersebut terdapat dalam badan air karena pemanfaatannya menyisahkan limbah yang nantinya dibuang ke lingkungan, misalnya pemanfaatan Cr untuk memberi warna cemerlang pada perkakas dari logam, Co digunakan sebagai bahan magnet yang kuat pada *loudspeaker* atau *microfon*, Pb sebagai bahan baterai, Hg sebagai bahan pelarut emas, Cu sebagai kawat listrik, Ni sebagai bahan baja tahan karat, dan Zn sebagai pelapis kaleng (Rompas, 2010).

Logam berat yang ada di perairan suatu saat akan mengendap ke dasar perairan dan mengalami proses sedimentasi bersama lumpur (Rahman, 2006). Proses sedimentasi terjadi karena logam - logam tersebut tidak dapat terurai. Distribusi logam didalam air dan sedimen akan mempengaruhi biota disekitar lingkungan tersebut. Misalnya udang, kerang, dan ikan. Logam berat akan terakumulasi kedalam tubuh biota laut. Menurut Rompas (2010), di perairan Lanut Bolaang Mongondow Selatan yang lokasinya terdapat aktifitas penambangan rakyat tanpa ijin/ PETI teridentifikasi kandungan Hg dalam fitoplanton adalah 0, 62 ppm, sedangkan dalam tubuh ikan tude (*Caranx sp*) terakumulasi kandungan Hg sebesar 0, 41 ppm.



Manusia / masyarakat pesisir yang berprofesi sebagai nelayan mudah terkena efek logam berat karena mereka selalu mengkonsumsi pangan laut.

### **FISIOTOKSIKOLOGI LOGAM BERAT DI PERAIRAN**

Logam berat yang terlarut di perairan ada yang bersifat mikronutrien / essensial bagi hewan dan tumbuhan tetapi, ada juga yang tidak dibutuhkan sebagai mikronutrien atau non-essensial. Logam berat yang berfungsi sebagai mikronutrien tetapi dalam jumlah yang banyak akan bersifat toksik bagi hewan dan tumbuhan adalah Zn, Cu, Fe, Mn, dan logam berat yang belum diketahui manfaatnya dan dianggap bersifat toksik adalah Hg, Pb, Cd, Cr (Rompas, 2010). Logam berat terakumulasi ke dalam tubuh biota laut dapat melalui permukaan tubuh, terserap insang dan rantai makanan (Susiaty, 2008). Secara biologis logam berat akan mengalami penimbunan dalam tubuh biota laut seperti ikan, udang dan kerang. Setiap biota memiliki cara makan yang berbeda. Kerang memperoleh makanan dengan menyaring air, sehingga dengan mudah logam berat masuk ke dalam tubuh kerang. Logam berat juga mudah terakumulasi ke dalam tubuh ikan. Logam berat akan menumpuk pada organ tubuh ikan. Selanjutnya ikan mengalami gangguan pada organ-organ pernapasan hingga mengalami kematian. Logam berat Pb dan Cd terakumulasi ke dalam tubuh udang (Crustaceae) lewat permukaan tubuh dengan cara difusi dari lingkungan perairan (Connell dan Miller, 1995; Rahman, 2005). Hewan-hewan jenis Crustaceae banyak menyimpan logam berat pada daging kemudian kulit (Rudiyanti, 2009). Dalam rantai makanan di perairan yang tercemar logam berat akan terakumulasi ke dalam tubuh fitoplanton. Fitoplanton yang mengandung logam berat dimakan oleh ikan-ikan kecil, kemudian ikan-ikan besar memakan ikan-ikan kecil, dan ikan-ikan besar maupun kecil dimakan oleh manusia. Terjadilah biomagnifikasi (transfer logam berat) melalui rantai makanan.

Hewan-hewan yang masih mudah lebih peka terhadap logam berat dibandingkan dengan hewan-hewan yang sudah dewasa. Misalnya udang yang masih mudah dapat langsung mati ketika hidup pada perairan yang mengandung logam berat Hg pada konsentrasi 0,01 ppm, sedangkan yang dewasa dapat mati pada konsentrasi Hg 5, 7 ppm. Logam berat Hg sangat mudah berikatan dengan gugus Sulfhidril (-SH) yang dikenal dengan *metthalprotein*, pengikatan tersebut dapat menyebabkan aglutinasi, menghambat aktifitas enzim, mengganggu permeabilitas membrane sel, bersifat antimetabolit terhadap unsur Zn, dan merusak fungsi hati (Rompas, 2010). Pb dapat merusak sistem saraf biota laut, mengganggu keseimbangan berenang dan dapat menyebabkan hasil budidaya laut berkurang. Cd dapat merusak ginjal, liver dan sistem imun, saraf, dan darah dari biota laut, Cu menyebabkan gangguan usus, kerusakan hati, ginjal, dan dapat menyebabkan kematian, Ni dapat menyebabkan kanker (Rompas, 2010). Bahaya logam berat perlu menjadi perhatian serius, terutama pencemaran logam berat di perairan pesisir dan laut Indonesia. Sehingga untuk mengurangi kandungan logam berat pada lingkungan perairan yang tercemar perlu dilalukan tindakan remediasi lahan basah mangrove pada daerah perairan tercemar logam berat.

### **REMEDIASI LOKASI PERAIRAN TERCEMAR LOGAM BERAT**

Pencemaran logam berat pada perairan sungai, pesisir pantai dan laut nampaknya sulit di cegah, karena aktifitas manusia selalu meningkat dan menghasilkan limbah ke lingkungan terus-menerus. Nampaknya niat kita untuk mendapat keuntungan yang lebih banyak terlalu besar sehingga kita tidak peduli dengan kesehatan lingkungan. sebagai contoh aktifitas pertambangan, industrial, perhotelan, perkotaan banyak menyumbang limbah ke lingkungan. limbah cair yang mengandung logam berat merupakan limbah yang berpotensi merusak sistem perairan, seperti sungai, dan perairan pesisir pantai. Pencemar logam berat yang terlarut pada perairan pesisir pantai dan laut sangat sulit untuk terbebas kembali dari badan air. Sehingga zat tersebut akan terakumulasi ke dalam tubuh biota laut dan tumbuhan laut. Jika zat tersebut terakumulasi ke dalam organisme laut maka volume konsentarsi zat pencemar di dalam badan air akan berkurang. Hewan laut seperti bivalvia memiliki kemampuan menyerap logam berat dari badan air tetapi ada kekuatiran karena bivalvia merupakan makanan sumber protein yang sangat digemari oleh masyarakat. Sehingga penggunaan bivalvia sebagai biofilter zat pencemar di perairan masih sangat rendah. Salah satu solusi yang baik adalah dengan menggunakan teknik fitoremediasi. Teknik fitoremediasi adalah teknologi pembersihan zat polutan dari badan air yang telah tercemar dengan menggunakan tanaman. Teknologi ini mudah, dan murah, serta memberikan efek negative yang kecil bagi kesehatan (Khatuddin. 2003 dalam Kusumastuti. 2009).



## FITOREMEDIASI LAHAN MANGROVE

Untuk mengurangi masalah pencemaran lingkungan oleh pencemar logam berat menggunakan teknik fisika, kimia juga dapat menggunakan teknik fitoremediasi. Teknik fitoremediasi sangat cocok untuk daerah perairan yang tercemar dengan menggunakan hutan mangrove. Ekosistem mangrove memiliki kemampuan alami untuk membersihkan lingkungan dari berbagai bentuk zat pencemar sehingga penggunaan tanaman mangrove sebagai tumbuhan penyerap logam berat dari perairan sangat tepat. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Amin (2001), di perairan pesisir Dumai, Propinsi Riau, menunjukkan bahwa organ akar dan daun tumbuhan *A. marina* memiliki kemampuan menyerap logam berat timbal Pb dan tembaga Cu (Tabel 2). Perairan Dumai kota merupakan daerah yang mendapat sumbangan bahan pencemar perairan pesisir dan laut dari berbagai aktifitas industri dan rumah tangga.

Tabel. 2. Kandungan Logam Berat dalam Akar dan Daun Mangrove *A. Marina* Di Peariran Dumai.

No	Stasiun	Sampel	Kandungan Logam Berat ( ppm )	
			Pb	Cu
1	Dumai Kota	akar nafas	2. 150	5. 116
		akar kawat	2. 416	3. 166
		daun muda	2. 237	6. 187
		daun tua	3. 331	9. 250

Sumber : Amin. 2001

Pada tabel diatas terlihat bahwa kandungan logam berat Cu lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan logam Pb. Menurut Amin (2001), unsur Cu merupakan unsur esensial sehingga memang dibutuhkan oleh organ tumbuhan tersebut. Selanjutnya tingginya kandungan logam Cu karena terdapat aktifitas sebuah perusahaan yang menggunakan Cu sebagai bahan pengawet dan cat pada kapal yang sedang diperbaiki. Dengan adanya hutan mangrove di perairan Dumai, kandungan logam berat Pb dan Cu yang terlarut dalam air laut dan sedimen dapat terserap oleh akar dan daun tumbuhan mangrove jenis *A. marina*. Sebuah penelitian oleh Anggoro (2006), meneliti daya akumulasi tumbuhan *A. marina* dan *Rhizophora mucronata* terhadap logam berat Pb Di kali Sapuragel dan kali Donan, Cilacap, menunjukkan bahwa tumbuhan *A. marina* mampu mengakumulasi logam berat Pb sebesar 1. 974 ppm pada organ daunnya, sedangkan tumbuhan *R. mucronata* 1. 466 ppm. Terdapat juga tumbuhan *R. stylosa* yang berpotensi dalam menyerap pencemar di perairan. Menurut Hadi (2007), tumbuhan mangrove *R. stylosa* mampu mengakumulasi logam berat Cu. Selanjutnya dalam percobaannya, konsentrasi Cu yang tinggi ternyata kandungan logam berat Cu akan meningkat pada tumbuhan *R. stylosa* yang sedang diamati dan logam berat Cu ternyata tidak mempengaruhi pertumbuhan dari tumbuhan mangrove.

## PELESTARIAN HUTAN MANGROVE

Hutan mangrove terletak di pesisir pantai tepatnya pada daerah transisi antara daratan dan laut. Menurut Nybakken (1988) dan Rahmawati (2006), mengartikan kata mangrove merupakan penjelasan terhadap suatu komunitas pantai tropik yang didominasi oleh beberapa pohon atau semak yang khas dan memiliki kemampuan untuk hidup di lingkungan yang asin. Tumbuhan penyusun vegetasi pada hutan mangrove biasanya tumbuh membentuk zonasi. Setiap zonasi ditanami oleh jenis tumbuhan yang berbeda, dan ada juga yang berasosiasi. Biasanya daerah paling dekat dengan laut ditanami oleh *Avicennia* spp, *Sonneratia* spp., *Bruguiera* spp, kemudian diikuti oleh jenis *Rhizophora* spp, dan ke arah darat biasanya *Nypa Fruticans*. Ekosistem hutan mangrove memiliki fungsi ekonomis dan ekologis. Secara ekologis manfaat hutan mangrove yang dapat dirasakan adalah melindungi pantai dari ancaman gelombang besar, angin ribut, pengendali intrusi air laut, habitat berbagai fauna, tempat mencari makan dan memijah berbagai jenis udang dan ikan, pembangunan lahan melalui proses sedimentasi, pengontrolan malaria, mereduksi polutan, pencemar air, penyerap CO<sub>2</sub> dan penghasil O<sub>2</sub>. Hubungan khusus dalam mereduksi polutan dan pencemar di lingkungan hutan mangrove atau lingkungan perairan dinyatakan oleh Anggoro (2006), bahwa tumbuhan mangrove mampu menyerap pencemar logam berat dari perairan yang sudah tercemar. Dengan demikian tumbuhan mangrove dapat dijadikan tanaman fitoremediasi terhadap pencemaran logam berat di perairan Indonesia.

Hutan mangrove adalah salah satu kekayaan sumberdaya alam hutan pesisir di Indonesia yang harus dilestarikan dengan baik (Halidah, 2008). Kurangnya perhatian untuk melestarikan hutan mangrove menyebabkan luas hutan mangrove di Indonesia selalu mengalami penyusutan. Pada tahun 1982 Indonesia



memiliki luasan hutan mangrove sekitar 4, 25 juta hektar, kemudian pada tahun 1987 berkurang menjadi 3, 24 juta hektar, dan data terakhir pada tahun 1995 menyatakan bahwa luas hutan mangrove di Indonesia hanya tersisa 2, 06 juta hektar (Susilo, 1995 dalam Arief, 2003). Biasanya hutan mangrove dijadikan lahan pembangunan perumahan dan lokasi pertambakan budidaya perikanan laut sehingga jumlah penebangan hutan mangrove meningkat dan menyebabkan berkurangnya luas hutan tersebut. Kita perlu menyadari bahwa hutan mangrove sangat berperan penting dalam melindungi kehidupan manusia. sehingga upaya pelestarian perlu dijalankan. Untuk melestarikan hutan mangrove dibutuhkan perhatian dari kaum akademisi, peneliti-peneliti pada berbagai perguruan tinggi, pemerintah dan masyarakat Indonesia seluruhnya.

## PENUTUP

Pencemaran logam berat sangat merugikan kondisi ekologis di perairan Indonesia. Krisis biologis perairan akan terjadi jika upaya penanggulangan pencemaran logam berat tidak diatasi dari sekarang. Akan terjadi gangguan kesehatan pada masyarakat karena kesehatan lingkungan merupakan faktor penentu derajat kesehatan masyarakat. Logam berat benar-benar telah mengancam kehidupan manusia / masyarakat nelayan dan masyarakat Indonesia seluruhnya. Salah satu solusi penanggulangan pencemaran logam berat di perairan Indonesia adalah dengan melestarikan hutan mangrove. Karena tumbuhan mangrove dari Jenis *A. marina* dan *Rhizophora* spp. Memiliki kemampuan dalam menyerap zat pencemar logam berat di perairan Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin. 2001. *Akumulasi dan distribusi logam berat pb dan cu Pada mangrove (avicennia marina) di perairan pantai Dumai, Riau*. Universitas Riau.
- Arief., A. 2003. *Hutan mangrove fungsi dan manfaatnya*. Kanisius, Yogyakarta.
- Anggoro. 2006. *Kandungan logam berat timbal ( Pb ) pada jaringan daun mangrove Rhizophora mucronata dan Avicennia marina. Di kali Sapuragel dan kali Donan, kabupaten Cilacap*. Universitas muhamadiyah Purwokerto.
- Ahmad. F. 2009. Tingkat pencemaran logam berat dalam air laut dan sedimen di perairan pulau muna, kabaena, dan Buton Sulawesi Tenggara. *Makara sains volime* 13, No. 2, Hal. 117-124.
- Herman. D.Z. 2006. Tinjauan terhadap tailling mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Cadmium (Cd), dari sisa pengolahan biji logam. *Jurnal Geologi Indonesia*. Vol. 1, No. 1. Hal. 31-36.
- Hadi. 2007. Penggunaan bibit mangrove Rhizophora stylosa sebagai bioindikator akumulasi logam tembaga ( Cu). *Jurnal Pijar, Mipa*. Vol. 2. No. 2. Hal. 58-62. Universitas Mataram.
- Halidah. 2008. Potensi dan ragam pemanfaatan mangrove untuk pengelolaannya di Sinjai Timur, Sulawesi Selatan. *Jurna Penelitian hutan dan konservasi alam*. Vol. V. No. I. hal. 67-78.
- [http://id.wikipedia.org/wiki/penyakit\\_minamatadiakses](http://id.wikipedia.org/wiki/penyakit_minamatadiakses) 06. Juni. 2011)
- [http://id.wikipedia.org/wiki/Logam\\_dikases\\_tanggal\\_06\\_juni\\_2011](http://id.wikipedia.org/wiki/Logam_dikases_tanggal_06_juni_2011).
- Kusumastuti. 2009. *Evaluasi lahan basah bervegetasi mangrove dalam mengurangi pencemaran lingkungan*. Tesis, Universitas diponegoro, Semarang.
- Lestari. 2004. Dampak pencemaran logam berat terhadap kualitas air laut dan sumberdaya perikanan ( studi kasus kematian massal ikan-ikan di teluk jakarta ). *Makara, Sains*, Vol. 8, No. 2, Hal. 52-58
- Panjaitan. 2009. *Akumulasi logam berat tembaga tembaga ( Cu ) dan timbale ( Pb ) pada pohon Avicennia marina di hutan mangrove*. Universitas Sumatra utara.
- Rahman. A. 2006. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Beberapa Jenis Krustasea Di Pantai Batakan dan Takisung Kabupaten Tanah Laut. Kalimantan Selatan. *Bioscientiae*. Vol. 3, No. 2, Halaman 93-101.
- Rochyatun dan Rosak. 2007. Pemantauan Kadar Logam Berat Dalam Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. *Makara, sains*, vol. 11, no. 1, hal. 28-36.
- Rudiyanti. S. Ekasari, A. D. 2009. Pertumbuhan Dan Survival Rate Ikan Mas (Cyprinus Carpio Linn) Pada Berbagai Konsentrasi Pestisida Regent 0,3 G. *Jurnal Sainstek Perikanan* Vol. 5, No. 1, 2009 39 – 47
- Rompas. 2010. *Toksikologi kelautan*. Sekretariat Dewan Kelautan Indonesia, Jakarta Pusat.
- Wulandari. S. Y., Yulianto, B., Sukristlyo. 2008. Pola sebaran logam berat Pb dan Cd di muara sungai babon dan seringin, Semarang. *Jurnal Ilmu kelautan* Vol. 13.
- Susiati. 2008. *Kandungan logam berat ( Cu, Cr, Zn dan Fe pada terumbukarang di perairan pulau panjang, Jepara*.

## PERTANYAAN

Dengan adanya Mangrove, adakah informasi ekologis yang bisa dijelaskan?

Jawab:

Potensi Mangrove yang begitu luas mampu menstabilkan ekologis.

