

PENCEMARAN LOGAM BERAT DI PERAIRAN PESISIR KOTA MAKASSAR DAN UPAYA PENANGGULANGANNYA

Heru Setiawan

Balai Penelitian Kehutanan Makassar
Jl.Perintis Kemerdekaan Km.16 Makassar, Sulawesi Selatan, Kode pos 90243
Telp. (0411) 554049, Fax. (0411) 554058
E-mail : hiero_81@yahoo.com

ABSTRAK

Wilayah pesisir Kota Makassar berkembang pesat yang ditandai dengan reklamasi laut untuk pemukiman, pusat perniagaan, industri dan pelabuhan. Aktivitas tersebut dapat menimbulkan penurunan kualitas perairan pesisir Kota Makassar. Hasil analisis kandungan logam berat Pb, Cd dan Cu pada perairan dengan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga dan muara Sungai Tallo menunjukkan, kandungan Pb di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga 0,110 ppm dan muara Sungai Tallo 0,097 ppm. Kandungan logam berat Cd di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga 0,030 ppm dan muara Sungai Tallo 0,729 ppm. Kandungan logam berat Cu pada perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga 0,020 ppm dan muara Sungai Tallo 0,165 ppm. Berdasarkan pedoman baku mutu air laut, kandungan logam berat pada kedua perairan tersebut berada diatas ambang batas normal. Salah satu upaya untuk mengurangi tingkat toksisitas logam berat pada perairan pesisir Kota Makassar adalah dengan penanaman mangrove. Vegetasi mangrove mempunyai mekanisme untuk menghadapi konsentrasi polutan yang tinggi dengan cara ameliorasi dan toleransi.

Kata Kunci : *Pencemaran, Kota Makassar, penanggulangan, mangrove*

I. PENDAHULUAN

Kota Makassar merupakan kota yang terletak di daerah pesisir. Secara geografis terletak pada 119°24'17,38" BT dan 5°8'6,19" LS yang berbatasan sebelah utara dan timur dengan Kabupaten Maros, sebelah selatan dengan Kabupaten Gowa dan sebelah barat dengan Selat Makassar. Luas wilayah Kota Makassar 175,77 km² dengan panjang garis pantai kurang lebih 32 km dan terdapat sembilan pulau kecil (BPS, 2013). Kota Makassar merupakan salah satu kota metropolitan di Indonesia, yang berkembang pesat

seiring dengan pertumbuhan pembangunan nasional. Hal tersebut ditandai dengan laju pertumbuhan ekonomi Kota Makassar yang berada di peringkat paling tinggi di Indonesia. Dalam lima tahun terakhir, rata-rata pertumbuhan ekonomi Kota Makassar di atas 9%, pada tahun 2013, tingkat pertumbuhan ekonomi Kota Makassar mencapai 9,88%. Tahun 2012, nilai PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) Kota Makassar atas dasar harga berlaku mencapai Rp50,70 triliun dan pendapatan perkapita penduduk Kota Makassar mencapai Rp37.275.302,- (BPS, 2013).

Perkembangan industri di Kota Makassar juga berjalan dengan pesat. Jumlah industri besar dan sedang di Kota Makassar pada tahun 2012 tercatat 157 buah, dengan tenaga kerja 1.457 orang, dan nilai output sebesar Rp245.385.820.000,- (BPS, 2013). Berkembangnya sektor industri, selain memberikan dampak yang positif, juga memberikan dampak negatif. Dampak positifnya berupa perluasan lapangan pekerjaan dan peningkatan pendapatan penduduk, sedangkan dampak negatifnya adalah tingginya laju perubahan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kaidah ekologi, urbanisasi yang kurang terkendali, pertumbuhan penduduk yang tinggi, serta pencemaran perairan akibat pembuangan air limbah yang melampaui ambang batas.

Pencemaran laut diartikan sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya (PP. No 19 Tahun 1999). Terjadinya pencemaran di perairan laut dapat disebabkan oleh tertimbunnya zat polutan yang berasal dari kegiatan pertambangan, aktivitas pelabuhan, tumpahan minyak dari kapal, limbah rumah tangga dan kegiatan industrialisasi. Limbah-limbah yang tidak dapat terdegradasi selanjutnya akan terakumulasi di perairan laut sehingga berdampak pada pencemaran lingkungan.

Perairan pesisir merupakan salah satu tipe perairan yang rentan terhadap bahaya pencemaran, karena perairan ini merupakan tempat bermuaranya sungai dan tempat berkumpulnya zat-zat pencemar yang terbawa oleh aliran sungai. Dari sekian banyak limbah yang ada di laut, limbah logam berat merupakan limbah yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Logam berat yang ada pada perairan, suatu saat akan turun dan mengendap pada dasar perairan, membentuk sedimentasi dan hal ini akan menyebabkan biota laut

yang mencari makan di dasar perairan (udang, kerang, kepiting) akan memiliki peluang yang sangat besar untuk terkontaminasi logam berat tersebut. Jika biota laut yang telah terkontaminasi logam berat tersebut dikonsumsi, dapat merusak sistem biokimia, dan merupakan ancaman serius bagi kesehatan manusia dan hewan (Khan *et al.*, 2009).

II. KEADAAN UMUM PERAIRAN PESISIR KOTA MAKASSAR

Wilayah pesisir Kota Makassar merupakan daerah perkotaan yang padat penduduk. Keadaan geografis Kota Makassar yang berbatasan langsung dengan Selat Makassar membuat sebagian besar penduduk di kota ini tinggal di kawasan pesisir. Kompleksnya aktivitas di perairan pesisir Kota Makassar dan sekitarnya, merupakan penyebab tercemarnya perairan pesisir Kota Makassar. Bahan pencemar yang mencemari perairan pesisir Kota Makassar berasal dari kegiatan industri, perikanan, pelabuhan, perhotelan, pariwisata bahari dan rumah tangga (Sudding *et al.*, 2012). Selanjutnya Hamzah (2007), mengemukakan bahwa pencemaran di perairan pesisir Kota Makassar diduga sangat tinggi karena terdapat dua sungai besar yakni, Sungai Jenneberang dan Sungai Tallo serta kanal dan drainase kota yang semuanya bermuara di perairan pesisir Kota Makassar.

Pengamatan tingkat pencemaran logam berat di perairan pesisir Kota Makassar dilakukan di dua titik utama yaitu di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga dan muara Sungai Tallo. Perairan pesisir di sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga merupakan muara dari saluran pembuangan (kanal) Jongaya yang membelah Kota Makassar dengan panjang mencapai 6.565 meter. Terdapat sebuah pintu kontrol yang memecah kanal menjadi dua arah, yaitu Kanal Sinrijala, yang mengarah ke Sungai Pampang dan Kanal Pannampu yang langsung menuju laut. Masing-masing kanal ini panjangnya berkisar 4.000 meter (Sudding *et al.*, 2012). Sungai Tallo merupakan salah satu sungai utama di Kota Makassar yang mengalir ke Selat Makassar. Perairan muara Sungai Tallo mengalami tekanan yang tinggi karena keberadaan pemukiman, Kawasan Industri Makassar (KIMA), PLTU, industri pabrik tripleks, pertambangan dan pertanian. Muara Sungai Tallo yang terletak di sisi utara Kota Makassar sangat dipengaruhi oleh pasang surutnya air laut. Bagian dasar sungai posisinya lebih dalam dari pada muka laut sehingga

mengakibatkan air asin dapat dijumpai pada jarak sepanjang kurang lebih 10 km (Latif *et al.*, 2012).



Gambar 1. Perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga yang dipenuhi oleh sampah

III. PENCEMARAN LOGAM BERAT DI PERAIRAN PESISIR KOTA MAKASSAR

Pengamatan pencemaran logam berat di perairan pesisir Kota Makassar dilakukan dengan mengambil sampel air dari lokasi penelitian, selanjutnya dianalisis kandungan logam beratnya di Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Lokasi pengambilan sampel air di sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga secara administrasi termasuk dalam Kelurahan Tanjung Merdeka, Kota Makassar dan secara geografis terletak pada titik koordinat $07^{\circ} 66' 06,9''$ LS dan $94^{\circ} 29' 06,0''$ BT. Kawasan perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga terletak antara dua buah aliran sungai yaitu Sungai Jeneberang dan Sungai Tallo. Penyebab penurunan kualitas perairan di sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga diduga berasal dari tiga sumber dominan, yaitu adanya pemusatan penduduk di kota, rumah sakit dan hotel yang membuang limbahnya ke laut tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu, kegiatan industri di sekitar Kota Makassar dan kegiatan pertanian di hulu Sungai Jeneberang dan Sungai Tallo (Payung *et al.*, 2013). Lokasi pengambilan sampel air di muara Sungai Tallo secara administrasi termasuk dalam Kelurahan Parangloe, Kota Makassar dan secara geografis terletak pada titik koordinat $07^{\circ} 70' 90,7''$ LS dan $94^{\circ} 34' 87,8''$ BT.

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan densitas lebih besar dari 5 g/cm^3 , terletak di sudut kanan bawah pada sistem periodik unsur, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92, dari periode 4 sampai 7 (Miettinen, 1977 dalam Ernawati, 2010). Logam berat merupakan bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik. Logam berat yang ada dalam perairan akan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen, kemudian terakumulasi dalam tubuh biota laut yang ada dalam perairan, baik melalui insang maupun melalui rantai makanan dan akhirnya akan sampai pada manusia. Fenomena ini dikenal sebagai bioakumulasi atau biomagnifikasi yaitu proses biologi yang terjadi pada organisme dengan mengendapkan logam berat pada tubuh organisme melalui rantai makanan (Amriani, 2011).

Terdapat tiga jenis logam berat yang dianalisis yaitu Timbal (Pb), Cadmium (Cd) dan Tembaga (Cu). Logam berat Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang sangat populer dan banyak dikenal masyarakat. Penggunaan senyawa Pb secara luas untuk bahan penolong dalam proses produksi bahan bakar bensin karena dapat meningkatkan nilai oktan bahan bakar sekaligus berfungsi mencegah terjadinya ledakan saat berlangsungnya pembakaran dalam mesin (Arisandi *et al.*, 2012). Logam berat Pb juga digunakan untuk industri baterai, cat dan pestisida. Pencemaran Pb di perairan yang melebihi konsentrasi ambang batas dapat menyebabkan kematian bagi biota perairan tersebut (Suharto, 2005). Bagi manusia, termakannya senyawa timbal dalam konsentrasi tinggi, dapat mengakibatkan gejala keracunan timbal seperti iritasi gastrointestinal akut, rasa logam pada mulut, muntah, sakit perut dan diare (Darmono, 1995 dalam Panjaitan, 2009).

Menurut Palar (2008), Kadmium (Cd) merupakan logam berat yang termasuk dalam unsur transisi (golongan II B) dan memiliki titik lebur 321°C . Keracunan Kadmium (Cd) kronis menyebabkan kerusakan pada fisiologis tubuh, yaitu ginjal, paru-paru, darah, jantung, kelenjar reproduksi, indera penciuman dan kerapuhan tulang. Kadmium bersifat kumulatif dan sangat toksik bagi manusia karena dapat mengakibatkan gangguan fungsi ginjal serta merusak lingkungan perairan (Effendi, 2003). Menurut Kusumastuti (2009), bahan pencemar kadmium dalam air berasal dari pembuangan limbah industri dan limbah pertambangan.

Logam berat Cu digolongkan ke dalam logam berat esensial, artinya meskipun merupakan logam berat beracun, logam ini dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah sedikit (Martuti, 2012). Tembaga (Cu) merupakan mineral mikro, karena keberadaannya dalam tubuh sangat sedikit namun diperlukan dalam proses fisiologis. Tembaga (Cu) di alam ditemukan dalam bentuk senyawa Sulfida (CuS). Walaupun dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit, bila kelebihan dapat mengganggu kesehatan atau mengakibatkan keracunan (Arifin, 2008). Menurut Surbakti (2011), logam berat Tembaga (Cu) masuk ke dalam tatanan lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia, contohnya adalah buangan industri yang memakai Cu dalam proses produksinya, misalnya industri galangan kapal. Logam berat Cu digunakan sebagai campuran bahan pengawet, industri pengolahan kayu, dan limbah buangan rumah tangga. Kontaminasi logam berat Cu pada manusia dapat berakibat fatal. Gejala yang timbul pada manusia akibat keracunan Cu akut adalah mual, muntah, sakit perut, hemolisis, netrofisis, kejang, dan dapat mengakibatkan kematian. Pada kasus keracunan Cu yang kronis, logam berat Cu tertimbun dalam hati dan menyebabkan hemolisis. Hemolisis terjadi karena tertimbunnya unsur H_2O_2 dalam sel darah merah sehingga terjadi oksidasi dari lapisan sel yang mengakibatkan sel menjadi pecah (Darmono, 1995 dalam Surbakti, 2011).



Gambar 2. Perairan di muara Sungai Tallo yang berdekatan dengan pemukiman

Hasil analisis terhadap kandungan logam berat di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga dan muara Sungai Tallo

menunjukkan, untuk kandungan Timbal (Pb) di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga sebesar 0,110 ppm dan muara Sungai Tallo 0,097 ppm. Berdasarkan pedoman baku mutu lingkungan menurut Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut, ambang batas Pb pada air laut untuk wisata bahari adalah 0,005 ppm, untuk biota laut 0,008 ppm dan untuk perairan pelabuhan 0,05 ppm. Dengan melihat nilai ambang batas tersebut, perairan pesisir di sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga dan muara Sungai Tallo berada di atas ambang batas normal untuk wisata bahari, biota laut dan untuk perairan pelabuhan. Hasil penelitian mengenai kandungan logam berat Pb di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Sudding *et al.* (2012) yang menyebutkan bahwa kandungan logam berat Pb di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga adalah 0,4961 ppm.

Hasil analisis kandungan logam berat Cadmium (Cd) di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga adalah 0,030 ppm dan muara Sungai Tallo sebesar 0,729 ppm. Hasil penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Fachruddin dan Musbir (2011) yang menyatakan bahwa Konsentrasi logam berat Cd pada air di pantai muara Sungai Tallo adalah 0,06 mg/l dan pantai Losari Makassar 0,054 mg/l. Berdasarkan pedoman baku mutu lingkungan menurut Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut, ambang batas Cd pada air laut untuk wisata bahari adalah 0,002 ppm, untuk biota laut 0,001 ppm dan untuk perairan pelabuhan 0,01 ppm. Dengan demikian perairan di muara Sungai Tallo dan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga mempunyai kandungan Cd di atas ambang batas normal. Tingginya kadar logam berat Cd di perairan muara Sungai Tallo kemungkinan disebabkan oleh pembuangan limbah dari Kawasan Industri Makassar yang bermuara di Sungai Tallo, sedangkan pencemaran Cd di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga disebabkan lokasi tersebut merupakan tempat bermuaranya drainase perkotaan dan limbah dari pemukiman penduduk.

Hasil analisis terhadap kandungan logam berat Cu di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga dan muara Sungai Tallo menunjukkan, kandungan logam berat Tembaga (Cu) di perairan sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga sebesar 0,020 ppm dan muara Sungai Tallo 0,165 ppm. Berdasarkan pedoman baku mutu

lingkungan menurut Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut, ambang batas Cu pada air laut untuk wisata bahari adalah 0,050 ppm, untuk biota laut 0,008 ppm dan untuk perairan pelabuhan 0,050 ppm. Dengan demikian perairan di muara Sungai Tallo mempunyai kandungan Cu di atas ambang batas normal untuk perairan pelabuhan, biota laut dan wisata bahari, sedangkan perairan di sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga berada di atas ambang batas normal untuk biota laut. Menurut Surbakti (2011), logam berat Tembaga (Cu) masuk ke dalam tatanan lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia, contohnya adalah buangan industri yang memakai Cu dalam proses produksinya, misalnya industri galangan kapal. Logam berat Cu digunakan sebagai campuran bahan pengawet, industri pengolahan kayu, dan limbah buangan rumah tangga.

IV. PERANAN MANGROVE DALAM MEREDUKSI PENCEMARAN

Salah satu upaya untuk mengurangi tingkat pencemaran di perairan pesisir Kota Makassar dapat dilakukan dengan penanaman vegetasi mangrove. Vegetasi mangrove merupakan satu-satunya tipe vegetasi yang dapat tumbuh dan berkembang dengan baik di kawasan pesisir yang merupakan daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut. Vegetasi mangrove mempunyai kemampuan khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar garam yang tinggi, kondisi tanah yang kurang stabil dan kondisi lingkungan yang tercemar.

Secara umum hutan mangrove adalah komunitas vegetasi pantai tropis, yang didominasi oleh beberapa spesies pohon yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang-surut pantai berlumpur (Bengen, 2004). Ekosistem mangrove merupakan suatu sistem yang terdiri atas organisme (tumbuhan dan hewan) yang berinteraksi dengan faktor lingkungan dan dengan sesamanya di dalam suatu habitat mangrove (Kusmana *et al.*, 2005). Vegetasi mangrove yang banyak tumbuh di wilayah perairan pesisir dan di muara-muara sungai merupakan tempat penampungan terakhir bagi limbah-limbah yang terbawa oleh aliran sungai, baik limbah rumah tangga maupun limbah industri. Keberadaan ekosistem mangrove di kawasan perairan pesisir menjadi sangat penting karena vegetasi mangrove mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat dan membantu mengurangi tingkat konsentrasi bahan pencemar di air,

apalagi jika jumlah limbah pencemar yang terkandung dalam perairan melebihi kemampuan air untuk melakukan pemurnian secara alami. Perakaran mangrove turut berperan sebagai bioakumulator logam berat. Konsentrasi logam berat Cu tertinggi pada vegetasi mangrove jenis *Avicennia marina* dan *Rhizophora mucronata* terletak pada bagian akar (Arisandi, 2005).

Vegetasi mangrove yang tumbuh pada lingkungan yang tercemar mempunyai mekanisme untuk beradaptasi dengan lingkungan yang tercemar. Menurut Fitter (1982) dalam Rini (2008), mekanisme yang dilakukan tumbuhan untuk menghadapi konsentrasi polutan yang tinggi di sekitarnya adalah dengan teknik ameliorasi dan toleransi. Ameliorasi yaitu meminimumkan pengaruh toksin yang dilakukan dengan melokalisasi toksin pada organ tertentu, misalnya akar. Teknik ameliorasi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu eskresi dan dilusi. Eskresi yaitu mekanisme pada tumbuhan yang dilakukan dengan cara mengeluarkan toksin secara aktif melalui kelenjar pada tajuk atau secara pasif melalui akumulasi pada daun-daun tua yang diikuti dengan pengguguran daun. Dilusi yaitu melemahkan efek toksin melalui pengenceran dan inaktivasi toksin secara kimia. *Rhizophora mucronata* merupakan salah satu jenis mangrove yang memiliki strategi dalam akumulasi logam berat Cu. Pada lingkungan dengan konsentrasi Cu yang rendah, *Rhizophora mucronata* akan bersifat sebagai *phytostabilisator*, namun pada lingkungan dengan konsentrasi Cu yang tinggi, *Rhizophora mucronata* akan bersifat sebagai *phytoextractor* dimana logam berat akan di distribusi ke seluruh jaringan tanaman sampai daun, melalui proses *uptake* pada akar, ditahan (*retention*) pada jaringan, dan dikembalikan (*return*) ke lingkungan melalui pelepasan daun (Chaney *et al.*, 1998 dalam Dedy *et al.*, 2013).

Vegetasi mangrove secara tidak langsung juga sangat berperan dalam mengurangi konsentrasi logam berat dalam perairan. Tumbuhan mangrove mempunyai kapasitas sebagai pendukung kehidupan mikro organisme pengurai limbah. Keberadaan vegetasi mangrove pada perairan yang tercemar dapat memperluas area tempat mikro organisme pengurai limbah tersebut melekat untuk tumbuh dan berkembang. Sedangkan akar mangrove akan mengeluarkan oksigen sehingga akan terbentuk zona *rizosfer* yang kaya oksigen. Dengan semakin banyaknya vegetasi mangrove yang hidup pada perairan yang tercemar, akan semakin banyak mikro organisme pengurai yang hidup, berkembang dan melekat pada

jaringan vegetasi mangrove tersebut. Banyaknya mikro organisme pengurai limbah yang hidup dalam perairan mangrove akan meningkatkan kinerja pembersihan bahan pencemar secara menyeluruh, dikarenakan organisme mikro tersebut mencerna bahan pencemar dalam rangka memperoleh energi. Mekanisme inilah yang menyebabkan konsentrasi bahan pencemar dalam perairan mangrove akan berkurang (Kusumastuti, 2009).

Adaptasi vegetasi mangrove terhadap lingkungan yang tercemar juga dapat dilakukan dengan cara toleransi. Toleransi pada vegetasi mangrove dilakukan dengan mengembangkan sistem metabolik yang dapat berfungsi pada lingkungan dengan konsentrasi toksik yang tinggi. Metabolisme atau transformasi secara biologis logam berat dapat mengurangi toksisitas logam berat. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh tanaman akan mengalami pengikatan dan penurunan daya racun, karena diolah menjadi bentuk-bentuk persenyawaan yang lebih sederhana. Proses ini dibantu dengan aktivitas enzim yang mengatur dan mempercepat jalannya proses tersebut. Dengan mekanisme tersebut konsentrasi logam berat yang bersifat toksin dalam perairan laut bisa berkurang dan dinetralkan kembali sehingga biota laut yang hidup di dalamnya tidak lagi berbahaya dan aman untuk dikonsumsi karena kandungan toksinnya di bawah ambang batas.

V. KESIMPULAN

Perairan pesisir Kota Makassar mempunyai peranan penting dalam menunjang kehidupan warga Kota Makassar. Tekanan yang tinggi terhadap perairan pesisir di Kota Makassar menyebabkan terkontaminasinya perairan oleh bahan pencemar terutama logam berat. Hasil analisis kandungan logam berat jenis Timbal (Pb), Tembaga (Cu) dan Cadmium (Cd) menunjukkan, konsentrasi logam berat di perairan pesisir sekitar kawasan Metro Tanjung Bunga dan muara Sungai Tallo telah melebihi ambang batas berdasarkan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor : 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut. Salah satu upaya untuk mengurangi tingkat toksisitas logam berat pada perairan adalah dengan penanaman vegetasi mangrove. Vegetasi mangrove mempunyai mekanisme untuk menghadapi konsentrasi polutan yang tinggi di sekitarnya dengan teknik ameliorasi dan toleransi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Balai Penelitian Kehutanan Makassar yang telah mendukung dalam pendanaan kegiatan penelitian ini. Terima kasih kami sampaikan kepada teman-teman teknisi yang telah membantu dalam pengambilan sampel di lapangan. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Laboratorium Kualitas Air, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi dalam melakukan analisis kandungan logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amriani. 2011. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada Kerang darah (*Anadara granosa*) dan kerang bakau (*Polymesoda bengalensis*) di perairan Teluk Kendari. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang. (Tidak diterbitkan)
- Arifin, Z. 2008. Beberapa unsur mineral esensial mikro dalam sistem biologi dan metode analisisnya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27 (3) : 99-105.
- Arisandi, P. 2005. Mangrove Surabaya east coast, the forgotten forest. Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah.
- Arisandi, K.R. Herawati, E.Y. dan Supriyanto, E. 2012. Akumulasi logam berat timbal (Pb) dan gambaran histologi pada jaringan *Avicennia marina* (forsk.) Vierh di perairan pantai Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 1 (1) (2012) : 15-25. Universitas Brawijaya. Malang.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Makassar. 2013. Makassar Dalam Angka 2013. Kerjasama Badan Perencanaan Pembangunan Daerah dan Badan Pusat Statistik Kota Makassar.
- Bengen, D.G. 2004. Pedoman teknis pengelolaan ekosistem mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Dedy, K. Santoso, A. dan Irwani. 2013. Studi akumulasi logam Tembaga (Cu) dan efeknya terhadap struktur akar mangrove (*Rhizophora mucronata*). *Journal of marine research*, 2 (4) (2013) : 8-15. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Percetakan Kanisius. Yogyakarta.

- Ernawati. 2010. Kerang Bulu (*Anadara inflata*) sebagai bioindikator pencemaran logam berat timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) di muara Sungai Asahan. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan. (Tidak diterbitkan)
- Fachruddin, L. dan Musbir. 2011. The concentration of heavy metal Cd in marine water, sediment and muscle of green mussel around marine estuarine of makassar. Retrieved from : <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/516>.
- Hamzah. 2007. Model pengelolaan pencemaran perairan pesisir bagi keberlanjutan perikanan dan wisata pantai Kota Makassar. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. (Tidak diterbitkan).
- Khan, S. Farooq, R. Shahbaz, S. Khan, M.A. and Sadique, M. 2009. Health risk assessment of heavy metals for population via consumption of vegetables. World Appl. Sci. J., 6 (12) : 1602-1606.
- Kusmana, C. Wilarso, S. Hilwan, I. Pamoengkas, P. Wibowo, C. Tiryana, T. Triswanto, A. Yunasfi. Hamzah. 2005. Teknik Rehabilitasi Mangrove. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Kusumastuti, W. 2009. Evaluasi lahan basah bervegetasi mangrove dalam mengurangi pencemaran lingkungan : Studi kasus di Desa Kepetingan Kabupaten Sidoarjo. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang. (Tidak diterbitkan)
- Latif, M.A. Pallu, M.S. dan Patanduk, J. 2012. Studi kuantitas dan kualitas air Sungai Tallo sebagai sumber air baku. Jurnal Penelitian Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Hal. 1 - 9
- Martuti, N. 2012. Kandungan logam berat Cu dalam ikan bandeng : Studi kasus di tambak wilayah Tapak Semarang. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Semarang, 11 September 2012. Universitas Diponegoro. Semarang. Hal. 88-94.
- Palar, H. 2008. Pencemaran dan toksikologi logam berat. Rineka Cipta. Jakarta.
- Panjaitan, G.Y. 2009. Akumulasi logam berat Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) pada pohon *Avicennia Marina* di hutan mangrove. (Skripsi). Universitas Sumatera Utara.
- Payung. Lolo, F. Ruslan. Birawida. dan Bintara, A. 2013. Studi kandungan dan distribusi spasial logam berat timbal (pb) pada sedimen dan kerang (*Anadara sp*) di wilayah pesisir kota makassar. Website : <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/5590>. Diakses tanggal 22 Januari 2014

- Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran dan atau kerusakan laut.
- Sudding. Side, S. dan Dewi, A. 2012. Analisis kadar Timbal (Pb) pada akar api-api putih (*A. alba*) di saluran pembuangan Jongaya Jalan Metro Tanjung Bunga Kota Makassar. *Jurnal Chemica*, 13 (2) (2012) : 26-32. Universitas Negeri Makassar.
- Suharto. 2005. Dampak pencemaran logam Timbal (Pb) terhadap kesehatan masyarakat. *Majalah Kesehatan Indonesia* No. 165. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Surbakti. 2011. Analisis logam berat Cadmium (Cd), Cuprum (Cu), Cromium (Cr), Ferrum (Fe), Nikel (Ni), Zinkum (Zn) pada sedimen muara Sungai Asahan di Tanjung Balai dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan. (Tidak diterbitkan)
- Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.

