

POTENSI *AVICENNIA MARINA* SEBAGAI FITOREMIDIASI LOGAM CU PADA TAMBAK BANDENG WILAYAH TAPAK SEMARANG

Nana Kariada TM

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Email: nana.kariada@yahoo.co.id

Abstrak. Mangrove yang tumbuh di ujung sungai besar berperan sebagai penampung terakhir bagi limbah dari industri di perkotaan dan perkampungan hulu yang terbawa aliran sungai. Area hutan mangrove akan menjadi daerah penumpukkan limbah, terutama jika polutan yang masuk ke dalam lingkungan estuari melampaui kemampuan pemurnian alami oleh air. Penelitian dilakukan di pertambakan bandeng pada ekosistem mangrove Wilayah Tapak Kota Semarang. Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif eksploratif. Data yang digunakan berupa: logam Cu pada akar dan daun mangrove, serta air dan sedimen tambak. Dari hasil penelitian dapat diketahui kandungan logam Cu pada air untuk semua setasiun menunjukkan hasil rata-rata 0,06 mg/l, sedangkan pada sedimen berkisar antara 39,32-56,19 mg/kg. Pada akar berkisar antara 7,62-40,59 mg/kg, daun 3,92-17,65 mg/kg. Faktor Konsentrasi pada sedimen dan air tambak pada hari ke 1 dan 30 sebesar 685 dan 821,17. Berdasarkan perhitungan BCF menunjukkan hasil adanya kemampuan akar (0,18-0,52) dan daun (0,15-0,22) dalam mengakumulasi logam Cu dari sedimen lingkungan tempat hidupnya. Daun dan akar *A. marina* mempunyai TF antara 0,43-0,83. Hal ini dimungkinkan karena daun *A. marina* mampu mengakumulasi dan menanggulangi toksik logam Cu. Kesimpulan dari penelitian ini ialah mangrove dari jenis *A. marina* di Wilayah Tapak Kota Semarang dapat berperan sebagai fitoremediator logam Cu di perairan tambak. Terdapat interaksi logam Cu antara akar *A. marina* dengan sedimen tambak bandeng di wilayah Tapak Semarang, dengan perhitungan BCF antara akar dan sedimen 0,18-0,52. Terdapat interaksi antara paparan logam Cu di sedimen dengan konsentrasi logam Cu pada daun tanaman mangrove dengan BCF 0,15-0,22.

Kata kunci: Fitoremediasi, *Avicennia marina*, logam Cu

PENDAHULUAN

Hutan mangrove adalah tipe hutan yang khas terdapat di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Hutan mangrove atau sering disebut hutan bakau

merupakan sebagian wilayah ekosistem pantai yang mempunyai karakter unik dan khas, dan memiliki potensi kekayaan hayati. Area hutan mangrove akan menjadi daerah penumpukkan limbah, terutama jika polutan yang masuk ke dalam lingkungan estuari melampaui kemampuan pemurnian alami oleh air.

Salah satu fungsi ekosistem mangrove adalah menyerap atau mengikat logam berat. Mangrove mempunyai peran sebagai bioakumulator logam berat yang baik. Kumar *et al* (2011) menemukan adanya akumulasi logam pada bagian tanaman mangrove (akar, batang, daun) dan sedimen. Fitoremediasi mempunyai pengertian membersihkan polutan dengan bantuan tumbuhan, termasuk didalamnya pohon, rumput-rumputan, dan tumbuhan air. Pembersihan polutan disini bisa diartikan sebagai proses penghancuran, inaktivasi atau imobilisasi polutan ke bentuk yang tidak berbahaya. Fitoremediasi memiliki potensi untuk dapat diterapkan pada berbagai jenis substansi, termasuk pencemar lingkungan yang paling parah sekalipun seperti kontaminasi arsen pada lahan bekas instalasi senjata kimia.

Air merupakan media yang sangat baik dalam penyerapan dan perpindahan logam berat, sehingga mempunyai potensi untuk dicemari oleh unsur-unsur logam berat. Air yang bersih saja tidak cukup untuk menjamin telah terbebas dari logam berat. Oleh karena itu pengelolaan terhadap kualitas air harus memperhatikan sifat kimia unsur-unsur logam berat serta siklus biologi dari logam berat tersebut. Perairan yang tercemar logam berat akan terkumulasi pada biota yang hidup dalam perairan. Pada tumbuhan, logam Zn dan Cu yang ditemukan dalam jaringan/tumbuhan akan dikeluarkan dari kelenjar garam pada permukaan bawah daun.

Tembaga (Cu) merupakan mineral mikro yang keberadaannya dalam tubuh sangat sedikit namun diperlukan dalam proses fisiologis. Di alam, Cu ditemukan dalam bentuk senyawa Sulfida (CuS). Walaupun dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit, bila kelebihan dapat mengganggu kesehatan atau mengakibatkan keracunan.

Kemampuan tumbuhan mangrove mengakumulasi logam berat paling tinggi terdapat di bagian akarnya. Namun demikian faktor lain seperti mobilitas dan kelarutan logam juga berpengaruh terhadap akumulasi logam berat dalam tumbuhan. Berdasarkan mobilitas dan kelarutannya, Sinha (1999) menyebutkan kemampuan tumbuhan untuk mengakumulasi logam berat sesuai dengan urutan sebagai berikut : $Mn > Cr > Cu > Cd > Pb$. Selain kemampuan untuk mengakumulasi logam berat berbeda untuk tiap spesies, konsentrasi logam berat antar organ tumbuhan seperti akar, cabang, dan daun juga berbeda dalam satu spesies. Perbedaan konsentrasi logam berat pada organ tumbuhan tertentu berkaitan dengan proses fisiologis tumbuhan tersebut.

Hubungan linier yang kuat terdapat pada semua logam dalam sedimen dengan logam dalam jaringan akar. Akumulasi Cu dalam jaringan daun mangrove diikuti hubungan linear pada konsentrasi sedimen yang lebih rendah, dengan pengecualian atau mekanisme saturasi pada konsentrasi sedimen yang lebih tinggi. Kumar *et al.*, (2011) menggunakan bagian tanaman

mangrove (akar, batang, daun) dan sedimen yang dianalisis untuk menemukan adanya akumulasi logam. Dari analisis logam berat dalam *A. marina* menunjukkan hasil bahwa akumulasi dari semua logam berat (kecuali Cd) dalam jaringan akar lebih tinggi dibandingkan dengan batang, daun dan sedimen sekitarnya.

Tam dan Wong (1996) menyatakan, bahwa tumbuhan mangrove mengakumulasi logam berat paling tinggi terdapat di bagian akarnya. Namun demikian faktor lain seperti mobilitas dan kelarutan logam juga berpengaruh terhadap akumulasi logam berat dalam tumbuhan. Berdasarkan mobilitas dan kelarutannya, Sinha (1999) menyebutkan kemampuan tumbuhan untuk mengakumulasi logam berat sesuai dengan urutan sebagai berikut : $Mn > Cr > Cu > Cd > Pb$. Selain kemampuan untuk mengakumulasi logam berat berbeda untuk tiap spesies, konsentrasi logam berat antar organ tumbuhan seperti akar, cabang, dan daun juga berbeda dalam satu spesies. Perbedaan konsentrasi logam berat pada organ tumbuhan tertentu berkaitan dengan proses fisiologis tumbuhan tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah: Mengkaji potensi *A. marina* sebagai fitoremediasi pencemaran air di ekosistem mangrove Wilayah Tapak Kota Semarang. Menganalisis interaksi antara paparan logam Cu di perairan dan sedimen dengan konsentrasi logam Cu pada akar tanaman mangrove di wilayah Tapak Semarang serta menganalisis interaksi antara paparan logam Cu di perairan dan sedimen dengan konsentrasi logam Cu pada daun tanaman mangrove di wilayah Tapak Semarang

METODE

Penelitian ini dilakukan di wilayah Tapak Kecamatan Tugu Kota Semarang. Wilayah Tapak merupakan satu kawasan pesisir di Kota Semarang yang masih terdapat ekosistem mangrovenya. Sedangkan untuk pengujian logam Cu pada air, sedimen, akar dan daun mangrove, dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknologi Pangan Universitas Katolik Sugijopranoto Semarang. Penelitian dilakukan pada bulan Mei - Agustus 2014.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mangrove yang ada di wilayah ekosistem mangrove Tapak Kelurahan Tugurejo, Kecamatan Tugu Kota Semarang. Sedangkan sampel dalam penelitian ini adalah air, sedimen dan mangrove dari jenis *A. marina* (akar dan daun) yang berada di lingkungan setasiun yang sudah ditentukan.

Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif eksploratif. Penelitian deskriptif eksploratif adalah penelitian tentang suatu kondisi dengan membuat deskripsi dan gambaran secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta mengkaji hubungan antar fenomena yang diselidiki. Pada penelitian ini bertujuan mengkaji hubungan sebab akibat adanya mangrove terhadap kualitas lingkungan tambak, utamanya sebagai fitoremediasi logam Cu.

Faktor yang diteliti Penelitian yaitu kadar logam berat Cu dalam air, sedimen dan tanaman mangrove (akar dan daun). Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: akar dan daun mangrove (*A. marina*), air, sedimen tambak, bahan-bahan kimia untuk pengujian kualitas air dan sedimen serta bahan-bahan kimia untuk pengujian logam Cu pada akar dan daun mangrove. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah meliputi peralatan lapangan: pisau, penggaris, plastik putih, kertas label, serta peralatan laboratorium : AAS, oven, oven furnace, timbangan analitik, gelas ukur, *beaker glass*, *Teflon boom*, blender, pipet.

Teknik Pengambilan Sampel meliputi: Uji Pendahuluan, penelitian diawali observasi lapangan untuk mengetahui kondisi lapangan dan penentuan setasiun/lokasi penelitian. Penelitian pendahuluan ini digunakan juga untuk memastikan pada tambak yang terdapat tanaman mangrove *A. marina* yang akan digunakan dalam penelitian sebenarnya. Lingkungan : keberadaan tanaman mangrove pada tambak bandeng. Uji sesungguhnya, menentukan setasiun penelitian. Pengambilan data/sampel penelitian dilakukan pada tambak bandeng yang terdapat tanaman *A. marina*. Untuk mendapatkan data akumulatif logam berat pada masing-masing parameter penelitian, sampel diambil time series selama 1 bulan dengan rentang waktu 30 hari. Tiap-tiap parameter penelitian (air, sedimen, akar dan daun) dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali. Dengan demikian akan diperoleh data untuk masing-masing waktu pengambilan data sebanyak 20 sampel, dengan rincian.

Data yang terkumpul dianalisis dengan statistik deskriptif, yaitu untuk mengolah data kuantitatif. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui pengaruh mangrove terhadap kualitas lingkungan perairan ekosistem mangrove Tapak, Kelurahan Tugurejo Semarang. Data yang diperoleh diukur pula Faktor Konsentrasi (FK), *Bio Concentration Factor* (BCF) dan *Translocation Factors* (TF).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian di lapangan serta hasil laboratorium diperoleh data kandungan logam Cu pada air, sedimen, dan tanaman mangrove (akar dan daun) di tambak bandeng Tapak seperti pada Tabel 1 berikut:

Dari hasil laboratorium tersebut di atas, dapat diketahui kandungan logam Cu pada air untuk semua setasiun menunjukkan hasil rata-rata 0,06 mg/l, sedangkan pada sedimen berkisar antara 39,32-56,19 mg/kg. Pada akar berkisar antara 7,62-40,59 mg/kg, daun 3,92-17,65 mg/kg.

Tabel 1. Kandungan logam Cu dalam air, sedimen, akar dan daun mangrove pada tambak bandeng wilayah Tapak

Waktu/ulangan		Parameter					
Hari ke	Ulangan	Air (mg/l)	Baku mutu	Sedimen	Baku mutu	Akar	Daun
1	1	0.06	0,008 mg/l ⁽¹⁾	39.50	36 mg/kg ⁽³⁾	40.59	3.92
	2	0.06		42.61		39.42	6.86
	3	0.06		42.48		7.62	8.65
	4	0.06		39.32		7.48	8.74
	5	0.06		41.59		12.38	17.65
Rata-rata		0.06		41.1		21.498	9.164
30	1	0.060	4,8 µl ⁽²⁾	56.19	7 – 70 mg/kg ⁽⁴⁾	8.74	5.88
	2	0.060		49.04		7.77	5.94
	3	0.050		50.49		8.91	7.92
	4	0.060		41.12		11.76	9.71
	5	0.060		49.51		7.77	7.84
Rata-rata		0,06		49.27		8.990	7.458

Keterangan :

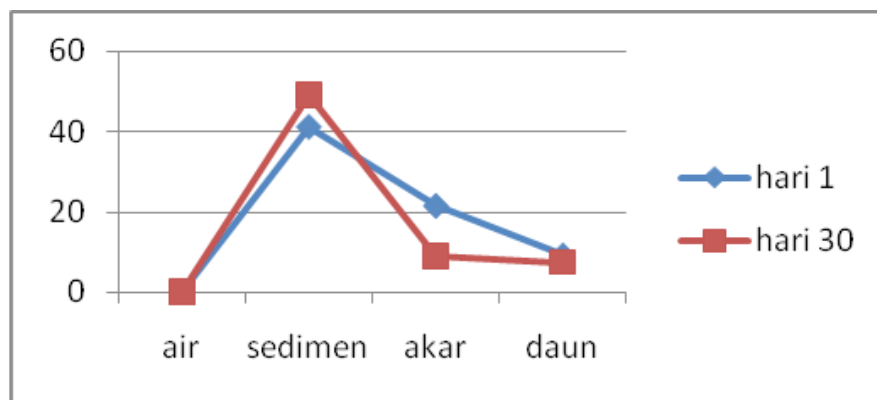
= Kep.Men.LH No 51 Tahun 2004

= US EPA *Aquatic Life Ambient Fresh Water Quality Criteria – copper* Tahun 2007

= Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. 2000. *Circular on target values and intervention values for soil remediation*, Dutch Target and Intervention Values

= Bryan, G. W., and W. J. Langston. 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries

Berikut grafik hasil rata-rata logam Cu pada masing-masing parameter dan waktu penelitian seperti pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik logam Cu dalam air, sedimen, akar dan daun mangrove

Berdasarkan hasil laboratorium dapat diketahui adanya logam Cu dalam air di tambak bandeng wilayah tapak sebesar 0,06 mg/l. Hal ini perlu mendapatkan perhatian yang khusus, dikarenakan kadar logam dalam air tambak tersebut telah melebihi baku mutu air untuk biota laut yang ditentukan dalam Kep.Men.LH No 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut sebesar

0,008 mg/l. Adanya logam dalam air memungkinkan terjadinya akumulasi logam kedalam organisme yang hidup pada tambak tersebut.

Adanya logam Cu di perairan tambak Wilayah Tapak (0,06 mg/l) ini melebihi hasil penelitian Martuti (2012) dan Martuti *et al.*, (2013) yang menyebutkan, kadar Cu pada perairan tambak di wilayah Tapak 0,007 mg/l dan 0,0069 mg/l. Yusuf dan Handoyo (2004) menunjukkan adanya logam berat Cu, Cd, Pb, Ni nilainya telah melebihi batas yang diinginkan dalam Baku Mutu Air Laut (Kep.Men.LH No 51 Tahun 2004) di Pulau Tirangcawang Wilayah Tapak Semarang.

Logam berat mempunyai pengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap makhluk hidup, karena itu keberadaannya dalam perairan harus diketahui sehingga dapat mengantisipasi bahaya yang timbul karena logam berat. Mengingat logam berat dapat berakumulasi dalam tubuh suatu biota termasuk komoditas budidaya, maka akan sangat berbahaya jika produk hasil budidaya yang dikonsumsi manusia mengandung logam berat pada nilai toleransi yang tidak aman. Bahaya bagi makhluk hidup ini biasanya melalui rantai makanan, seperti yang dialami pada kasus Minamata di Jepang tahun 1953 (Suhendrayatna, 2007). Pada konsentrasi yang rendah, logam berat tidak berbahaya, tetapi pada konsentrasi yang tinggi akan memberikan akibat buruk bagi biota, bahkan bagi ekologi.

Keseimbangan ekologi lingkungan perairan pantai akan tetap terjaga apabila keberadaan mangrove dipertahankan karena mangrove dapat berfungsi sebagai biofilter, agen pengikat dan perangkap polusi. Walaupun masukkan sumber pencemar sangat banyak, mangrove memiliki toleransi yang tinggi terhadap logam berat (Gunarto, 2004 ; Mac Farlane dan Burchett, 2000).

Hasil pengukuran laboratorium terhadap sampel penelitian dan kedua grafik tersebut diatas menunjukkan hasil adanya kemampuan akumulasi logam Cu yang tinggi pada sedimen. Begitu juga dapat diketahui adanya kemampuan fitoremediasi tanaman mangrove dari jenis *A. marina* dalam mengakumulasi logam Cu dari lingkungan melalui akar dan daunnya.

Tabel 2. Perhitungan Faktor Konsentrasi (FK) Logam Cu pada air dan sedimen

Hari ke	Sedimen	Air	Faktor Konsentrasi
1	41.1	0,06	685
30	49.27	0,06	821,17

Dengan kandungan logam Cu dalam air 0,06 mg/l serta sedimen hari ke 1 sebesar 41,1 mg/kg dan hari ke 30 sebesar 49,27 mg/kg, diperoleh hasil Faktor Konsentrasi pada hari ke 1 dan 30 sebesar 685 dan 821,17 (Tabel 2). Tingginya logam Cu pada sedimen menunjukkan kemampuan sedimen tambak dalam mengakumulasi logam Cu dari air di lingkungannya. Adanya peningkatan FK pada pengambilan sampel hari ke 30 menunjukkan kemampuan akumulasi sedimen pada hari ke 30 yang bertambah besar (49,27 mg/kg).

Jenis tanah tambak Wilayah Tapak yang berupa lumpur memungkinkan sedimen tersebut menjerap logam Cu dari air yang berada di lingkungannya. Dengan kemampuannya menjerap menyebabkan logam terakumulasi pada lingkungan sedimen tambak tempat lokasi penelitian.

Dalam penelitian Tam and Wong, 1996;2000; Jime'nez and Osuna, 2001; Jonathan *et al.*, (2010), konsentrasi logam berat ditemukan lebih tinggi pada butiran halus daripada ukuran pasir pada fraksi sedimen, hal ini ditunjukkan dengan tingginya Mn, Cu, Zn dan kandungan karbon organik dalam fraksi ukuran butiran halus (<63 μm). Keberadaan logam ini terutama ditemukan di lapisan permukaan tanah dengan mayoritas logam yang ditambahkan pada perlakuan penelitian terakumulasi di lapisan 0-1 cm dan 1-2 cm lapisan permukaan. Dalam penelitian Tam dan Wong (1999) mendapatkan hasil tanah bakau memiliki kapasitas besar untuk menahan Cu. Di akhir penelitian kadar Cu telah berkurang sebanyak >40%.

Kandungan logam berat yang tinggi dalam ekosistem mangrove terutama disebabkan adanya input dari antropogenik, termasuk limbah domestik, industri dan pertanian, baik dari pembuangan air pasang atau masukkan air tawar dari darat (sungai). Sama seperti lahan basah alami dan buatan lainnya, ekosistem mangrove dapat dianggap sebagai metode alternatif yang murah, mudah perawatannya, dan sederhana untuk mengolah limbah rumah tangga, industri, pertanian dan bahkan pertambangan (Tam and Wong 1996). Hal ini dikarenakan Komponen sedimen mangrove memiliki kapasitas yang besar untuk menyimpan logam berat. Akan tetapi kemampuan untuk menahan logam berat ini tergantung dari usia tanaman dan produksi biomassa.

Bio Concentration Factor (BCF) logam Cu dapat dilihat dengan membandingkan kadar logam Cu pada akar dengan kadar logam Cu dalam sedimen yang ada pada masing-masing waktu penelitian (Tabel 3).

Hasil perhitungan BCF menunjukkan adanya kemampuan akar (0,18-0,52) dan daun (0,15-0,22) dalam mengakumulasi logam Cu dari sedimen lingkungan tempat hidupnya. Dari penelitian diperoleh hasil kemampuan akar mangrove mengakumulasi logam Cu pada hari 1 lebih besar dari hari yang ke 30. Hal ini dimungkinkan akar mangrove yang terambil pada pengambilan sampel hari ke 30 sudah jenuh dalam mengakumulasi logam Cu yang ada di perairan, sehingga kemampuan mengakumulasinya menjadi berkurang.

Tabel 3. *Bio Concentration Factor* (BCF) Logam Cu pada akar dan sedimen

Hari ke	Sedimen	Akar	BCF	Daun	BCF
1	41.1	21.498	0.52	9.164	0.22
30	49.27	8.990	0.18	7.458	0.15

Akan tetapi adanya logam Cu dalam akar mangrove menunjukkan kemampuan akar dalam mengakumulasi logam pada sedimen tempat hidupnya. Seperti yang disampaikan Tam dan Wong (1996) yang menyatakan, kemampuan tumbuhan mangrove mengakumulasi logam berat paling tinggi terdapat di bagian akarnya. Hasil penelitian ini menunjukkan kemampuan akar *A. marina* dalam mengakumulasi logam Cu. Selain akumulasi, diduga *A. marina* ini memiliki kemampuan 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 dapat mengurangi toksisitas logam tersebut (Mulyadi *et al.*, 2009).

MacFarlane *et al.*, (2003) mengatakan, bahwa akar *A. marina* dapat digunakan sebagai indikator biologis paparan lingkungan Cu, Pb dan Zn. Ini menunjukkan potensi *A. marina* sebagai spesies fitoremediasi untuk ekosistem mangrove. Pertumbuhan *A. marina* tersebut subur dibandingkan dengan spesies mangrove lainnya, hal ini menunjukkan terhadap kemampuan adaptasinya bahkan dalam kondisi yang tercemar (Kumar *et al.*, 2011). MacFarlane *et al.*, (2007) mengatakan, logam cenderung terakumulasi dalam akar sama dengan konsentrasi yang ada pada sedimen yang berdekatan, sementara konsentrasi logam dalam daun adalah setengah dari akar atau lebih rendah. Kandungan logam dalam daun berada sepersepuluh atau kurang dari konsentrasi yang ada pada sedimen, dengan Cu dan Zn menunjukkan lebih besar dibandingkan Pb (MacFarlane *et al.*, 2003)

Meskipun kadar BCF akar *A. marina* dengan sedimen relatif kecil (0,15- 0,52), tetapi hal ini dapat menjadikan indikator adanya kemampuan akar dalam mengakumulasi logam Cu dari lingkungan tempat hidupnya. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian MacFarlane *et al.*, (2007), dimana logam cenderung terakumulasi dalam akar sama dengan konsentrasi yang ada pada sedimen yang berdekatan, sementara konsentrasi logam dalam daun adalah setengah dari akar atau lebih rendah. Hanya saja MacFarlane *et al.*, (2003) mengatakan, bahwa akar *A. marina* dapat digunakan sebagai indikator biologis paparan lingkungan Cu, Pb dan Zn. Ini menunjukkan potensi *A. marina* sebagai spesies fitoremediasi untuk ekosistem mangrove. Pertumbuhan *A. marina* tersebut subur dibandingkan dengan spesies mangrove lainnya, hal ini menunjukkan terhadap kemampuan adaptasinya bahkan dalam kondisi yang tercemar (Kumar *et al.*, 2011).

Hasil perhitungan kandungan logam Cu dalam daun dengan kandungan Cu dalam akar mangrove di hitung dengan *Translocation Factors* (TF) pada Tabel 4 berikut ini.

Berdasarkan data Tabel 4, dapat dilihat bahwa daun dan akar *A. marina* mempunyai TF antara 0,43-0,83. Hal ini dimungkinkan karena daun *A. marina* ini memiliki kemampuan penanggulangan toksik, diantaranya dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya sehingga dapat mengurangi toksisitas logam tersebut. Adanya 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. Dalam penelitiannya Kumar *et al.* (2011) menunjukkan hasil adanya potensi *A. marina* sebagai spesies fitoremediasi logam berat yang dipilih dalam banyak ekosistem mangrove.

Tabel 4. *Translocation Factors* (TF) Logam Cu pada daun dan akar mangrove

Hari ke	Daun	Akar	TF
1	9.164	21.498	0,43
30	7.458	8.990	0,83

Kumar *et al* (2011); Gautier *et al.*, (2001) mengatakan, ekosistem mangrove memainkan peran penting sebagai filter dan pengendalian polusi alami karena kekhasan sistem akarnya yang berhasil mengendalikan kualitas air dan merupakan perangkap sedimen serta partikel yang diangkut oleh arus ke lautan dari muara. Hal ini diperkuat oleh pendapat MacFarlane *et al.*, (2007) yang mengatakan, bahwa ekosistem mangrove yang paling berperan sebagai *phytostabilisers*, berpotensi membantu dalam retensi logam beracun dan dengan demikian mengurangi transportasi ke muara yang berdekatan dan sistem ke perairan laut. Oleh karena itu menghilangkan hutan mangrove tidak hanya akan menghilangkan potensi polutan yang dapat berperan sebagai perangkap yang sangat efektif dalam melindungi lingkungan yang berdekatan, tetapi juga sangat mungkin untuk melepaskan beberapa polutan yang sebelumnya terjebak ketika berada di hutan mangrove (Saenger, P & McConchie, 2004).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Tanaman mangrove dari jenis *A. marina* di Wilayah Tapak Kota Semarang dapat berperan sebagai fitoremediator logam Cu di perairan tambak. Terdapat interaksi logam Cu antara akar *A. marina* dengan sedimen tambak bandeng di wilayah Tapak Semarang, dengan perhitungan BCF antara akar dan sedimen 0,18-0,52. Terdapat interaksi antara paparan logam Cu di sedimen dengan konsentrasi logam Cu pada daun tanaman mangrove di wilayah Tapak Semarang dengan BCF 0,15-0,22.

Saran

Saran yang diajukan dalam penelitian ini adalah: Perlu adanya perhatian dari dinas terkait untuk bisa lebih memperhatikan kondisi ekosistem pesisir Kota Semarang, utamanya di wilayah Tapak. Hal ini dikarenakan adanya logam berat dalam perairan akan berpengaruh terhadap ekosistem tambak yang banyak terdapat di Wilayah Tapak dan pesisir Kota Semarang lainnya. Selain memperbaiki kuantitas mangrove perlu adanya penambahan jenis mangrove yang ada di wilayah pesisir, sehingga dapat meningkatkan kualitas ekosistem pesisir pantai Semarang. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui adanya akumulasi logam berat pada ikan yang dipelihara di tambak-tambak wilayah pesisir Kota Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

Collen, John D.; Jane E. Atkinson; and John E. Patterson, 2011, Trace Metal Partitioning in a Nearshore Tropical Environment: Geochemistry of Carbonate Reef Flats Adjacent to Suva Harbor, Fiji Islands, *Pacific Science* 65 (1) :95–107.

- Fitter, A.H dan Hay R.K.M., 1992, *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gunarto, 2004, *Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai*, *Jurnal Litbang Pertanian* 23(1): 15 – 21.
- Jime´nez, M. F Soto and F.P Osuna, 2001, *Distribution and Normalization of Heavy Metal Concentrations in Mangrove and Lagoonal Sediments from Mazatlan Harbor (SE Gulf of California)*, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 53: 259–274.
- Jonathan, M. P; S. K. Sarkar; P. D. Roy; Md. A. Alam; M. Chatterjee; B. D. Bhattacharya; A. Bhattacharya and K. K. Satpathy, 2010, *Acid leachable trace metals in sediment cores from Sunderban Mangrove Wetland, India: an approach towards regular Monitoring*, *Ecotoxicology* 19: 405–418.
- Kumar N.J.I; P.R. Sajish; Rita N Kumar; Basil George and Shailendra Viyol, 2011, *Bioaccumulation of Lead, Zinc and Cadmium in Avicennia marina Mangrove Ecosystem near Narmada Estuary in Vamleshwar, West Coast of Gujarat, India*, *J. Int. Environmental Application & Science*, 6 (1): 008-013
- MacFarlane, G.R and M.D. Burchett, 2000, *Cellular distribution of copper, lead and zinc in the grey mangrove, Avicennia marina (Forsk.) Vierh*, *Aquatic Botany* 68 (2000) 45–59.
- Martuti, NKT., 2012, *Analisis Logam Berat Pb dan Cu Pada Bandeng di Tambak Wilayah Tapak*, Semarang, Laporan Penelitian, Universitas Negeri Semarang.
- Martuti, NKT., 2013, *Kajian Dinamika Logam Berat Cu Pada Ekosistem Mangrove Untuk Perbaikan Kualitas Lingkungan Tambak Bandeng*, Laporan Penelitian. Universitas Negeri Semarang.
- Obasohan, E. E., 2008, *Bioaccumulation of chromium, copper, maganese, nickel and lead in a freshwater cichlid, hemichromis fasciatus from Ogba River in Benin City, Nigeria*, *African Journal of General Agriculture* 4 (3): 141-152.
- Sinha S., 1999, *Accumulation of Cu, Cd, Cr, Mn and Pb from artificially contaminated soil by Bacopa Monnieri*, *J. Environmental Monitoring and Assessment* 57 (3): 253-264.
- Suhendrayatna, 2007, *Heavy Metal Bioremoval by Mikroorganisme: A Literature Study*, Institute for Science and Technology Studies (ISTECS)- Chapter Japan, Kagoshima: Department of Applied Chemistry and Chemical Engineering Faculty of Engineering Kagoshima University Japan.
- Tam NFY and Wong, YS., 1996, *Retention and distribution of heavy metals in mangrove soils receiving wastewater*, *Journal Environmental Pollution* 94: 283-291
- Wen Qiu, Yao; Ke-Fu Yu; Gan Zhang and Wen-Xiong Wang, 2011, *Accumulation and partitioning of seven trace metals in mangroves and sediment cores from three estuarine wetlands of Hainan Island, China*, *Journal of Hazardous Materials* 190 : 631–638
- Yusuf, M dan G. Handoyo, 2004, *Dampak Pencemaran Terhadap Kualitas Perairan dan Strategi Adaptasi Organisme Makrobenthos di Perairan Pulau Tirangcawang Semarang*, *Jurnal Ilmu Kelautan*; 9 (1): 12-42.