

PROFIL LOGAM BERAT Cd, Cr (VI) DAN Pb PADA LOKASI BERBEDA DI PROVINSI LAMPUNG SERTA BIOAKUMULASINYA PADA TANAMAN PANGAN

Hening Widowati, Kartika Sari, Widya Sartika Sulistiani

Pendidikan Biologi FKIP Universitas Muhammadiyah Metro

E-mail: hwu.mmetro@gmail.com, kartika.u.mmetro@gmail.com, widya.sulistiani@gmail.com

Abstract: *The heavy metal profile analysis of Cd, Cr(VI) and Pb in the different location in Lampung Province and their bioaccumulation to crops has been conducted. The aims were finding out the difference of metal accumulation in the different pollutant area and determining how it happened to the vegetables surrounding, which were kangkoong and spinach. The research methods were purposive sampling in the different location in Lampung Province, namely 1) highlands, 2) paddy fields, 3) road sides and 4) industrial areas. Based on the results, it is found that the highest metal concentration of Cd, Cr(VI) and Pb are in the industrial area. Commonly, the value of BCF_{o-w} (0,12-2,00) is higher than BCF_{o-s} (0,01-0,18) which shows that there is low metal accumulation of Cd, Cr(VI) and Pb in kangkoong and spinach. Furthermore, the BCF value of Cd and Cr(VI) are higher compared to Pb.*

Keywords: Logam berat, Cd, Cr(VI), Pb, bioakumulasi.

Perkembangan teknologi dan peningkatan kebutuhan manusia selalu berbanding terbalik dengan kualitas lingkungan sekitar. Hal ini terjadi karena pada umumnya perkembangan industri pada negara berkembang seperti Indonesia lebih mementingkan keuntungan secara finansial dibandingkan dengan keadaan ekologi lingkungan di sekitar. Oleh karena itu pada akhirnya masalah pencemaran lingkungan akan menjadi masalah penting yang dihadapi manusia di masa depan.

Seperti halnya daerah lain di Indonesia, Lampung juga merupakan provinsi yang sedang mengalami perkembangan di bidang industri. Industri memiliki kemungkinan memberikan sumbangan terhadap cemaran logam berat yang biasanya digunakan dalam bahan baku industri. Selain dari sektor industri, aktivitas lain dari masyarakat dalam menunjang kehidupannya juga terkadang dapat memberikan sumbangan polutan ke

lingkungan sekitar. Aktivitas yang umum misalnya transportasi kendaraan berat yang dapat menyumbangkan cemaran logam berat seperti Pb dari hasil bahan bakar kendaraan.

Secara umum logam berat bisa didefinisikan sebagai logam yang dapat menyebabkan bahaya di lingkungan dalam jangka panjang karena bersifat racun bagi tumbuhan, hewan dan manusia walaupun dalam kadar yang rendah. Keberadaan logam berat di lingkungan biasanya terjadi sebagai limbah dari suatu industri atau aktivitas masyarakat. Hal ini berkaitan dengan sifat logam yang tidak dapat disintesis atau dimusnahkan. Logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb merupakan logam berat yang umumnya mempunyai sumber pencemar yang banyak di lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia.

Masuknya logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb dari berbagai sumber pencemar di lingkungan memberikan peluang terakumulasinya logam berat tersebut pada tanaman pangan. Logam

berat dapat terserap ke dalam jaringan tanaman pangan melalui akar dan stomata daun. Selanjutnya logam berat dapat terdistribusi ke organisme lain khususnya pada manusia melalui rantai makanan (Alloway, 1990). Organisme pada tingkat rantai makanan yang paling tinggi biasanya memiliki nilai akumulasi logam berat yang paling tinggi. Logam berat yang terakumulasi pada jaringan tubuh, apabila melebihi batas toleransi dapat menimbulkan keracunan dan bekerja sebagai bahan karsinogen pemicu kanker (Linder, 1992). Proses akumulasi logam berat inilah yang kemudian disebut bioakumulasi.

Distribusi logam berat di lingkungan dapat berbeda-beda tergantung pada letaknya dengan sumber pencemar. Pada penelitian ini akan dilihat profil distribusi logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb di beberapa lokasi yang berbeda di provinsi Lampung yaitu 1) Pegunungan yang dianggap bersih/bebas polutan di Gunung Batu Kramat Kecamatan Kota Agung Timur Kabupaten Tanggamus sebagai daerah kontrol positif; 2) Persawahan dengan sumber pencemar dari pupuk kimia, herbisida, insektisida, maupun perangsang sintesis untuk tumbuh daun, bunga, dan buah di daerah perkebunan sayuran Bedang 36 Kecamatan Pekalongan Lampung Timur; 3) Jalan Wr Supratman yang merupakan jalan lintas dari Pekalongan Lampung Timur-Metro 4) Industri dengan sumber pencemar berbagai pabrik kasur busa, tinta, foto copy, pengalengan pangan, bengkel motor dan mobil di Tanjung Bintang Lampung Selatan. Kemudian melalui penelitian ini akan dilihat profil bioakumulasinya melalui nilai faktor biokonsentrasi (*Bioconcentration factor*) logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb

pada tanaman pangan yang tumbuh di sekitar lokasi tersebut.

METODE

1. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ember, gayung botol sampel, plastik sampel, pH meter tipe PH-009(I)A PEN type, open, 1 set alat analisis BOD dan COD, DHL meter tipe Thermo Scientific Orion Star A212 Conductivity Meter, dan Spektrofotometer UV-Vis. Sedangkan bahan yang diperlukan pada penelitian ini adalah sampel lingkungan berupa air, sedimen/tanah dan tanaman pangan, buffer pH 4, 7 dan 10, asam nitrat pekat (HNO_3), bahan analisis BOD, COD dan Cr(VI) serta larutan standar Cd, Cr(VI) dan Pb.

2. Pengambilan Sampel

Metode pengambilan sampelnya adalah *purposive sampling* dengan mengarah pada jenis lokasi 1) pegunungan sebagai kontrol positif, 2) persawahan, 3) pinggir jalan raya dan 4) daerah industri, dimana pada lokasi tersebut ditanami sayuran kangkung dan bayam. Selain sampel sayuran kangkung dan bayam, sampel air dan sedimen/tanah juga diambil untuk kemudian dianalisis kandungan logam Cd, Cr(VI) dan Pb nya. Pada sampel air, selain dianalisis logam beratnya juga dianalisis parameter fisika dan kimia lainnya seperti pH, DHL, TDS, TSS, BOD dan COD.

3. Analisis TDS dan TSS

Sebanyak 50 mL sampel air disaring dengan menggunakan kertas saring yang sebelumnya telah dioven pada 105°C selama 1 jam dan ditimbang beratnya sampai konstan. Filtratnya kemudian ditampung dalam cawan penguapan yang juga telah dioven pada 105°C dan ditimbang sampai beratnya konstan. Kertas saring

dan cawan penguapan tersebut kemudian dioven pada 105°C selama 1 jam kemudian ditimbang sampai beratnya konstan. Selisih massa cawan penguapan sebelum dan sesudah merupakan nilai TDS, sedangkan selisih massa kertas saring merupakan nilai TSS.

4. Analisis BOD

Contoh sampel cair dimasukkan ke dalam dua botol inkubasi 250-300 ml dengan hati-hati, dan dihindarkan masuknya udara ke dalam botol. Salah satu dari botol tersebut langsung dianalisis oksigen terlarutnya (OT nol hari), sedangkan satu lagi diinkubasi pada suhu 20°C selama 5 hari, setelah itu dianalisis oksigen terlarutnya (OT lima hari). Analisis oksigen terlarut dilakukan dengan metode Winkler. Sebanyak 1 ml larutan mangan sulfat, dan 1 ml larutan alkali-iodida-azide ditambahkan ke dalam contoh air limbah pada botol inkubasi. Botol ditutup kembali dengan hati-hati untuk mencegah terperangkapnya udara dari luar, dikocok bolak-balik beberapa kali, dan gumpalan dibiarkan mengendap. Endapan sempurna bila proses pengendapan sudah terjadi kira-kira 1/2 bagian botol. Sebanyak 1 ml larutan asam sulfat pekat ditambahkan ke dalam botol, dialirkan melalui dinding bagian dalam dari leher botol, dan botol ditutup kembali. Botol digoyang hati-hati sampai semua endapan melarut. Larutan lalu diambil sebanyak 200 ml dan dititrasi dengan larutan tiosulfat 0,025 N sehingga terjadi warna coklat muda, kemudian ditambahkan indikator kanji 1- 2 ml (timbul warna biru). Titrasi dengan tiosulfat dilanjutkan, sehingga warna biru hilang pertama kali. Selanjutnya volume botol DO yang digunakan diukur untuk mengkonversikan volume contoh yang dititrasi.

5. Analisis COD

Penentuan COD air, prosedurnya contoh air sebanyak 10 ml dituang ke dalam bejana refluks kapasitas 250 ml, kemudian ditambah 0,4 g raksa sulfat dan batu didih. Sebanyak 5 ml reagen asam sulfat dituang secara hati-hati melalui dinding bejana. Larutan dalam bejana diaduk untuk melarutkan raksa sulfat dan dilakukan pula penambahan larutan kalium bikromat 0,25 N sebanyak 10 ml. Kondensor kemudian dihubungkan dengan air pendingin. Sisa reagen asam sulfat sebanyak 25 ml dituang ke dalam bejana refluks melalui kondensor dan sedikit demi sedikit gelas refluks digoyang agar semua reagen dan sampel tercampur. Larutan dipanaskan dan direfluks selama 2 jam, didinginkan dan dibilas dengan air suling. Larutan lalu diencerkan kira-kira dua kali dengan air suling, didinginkan sampai temperatur ruangan. Kelebihan bikromat dalam larutan dititrasi dengan larutan standar ferro amoniurn sulfat dan indikator ferroin sebanyak 2-3 tetes, sampai terjadi perubahan warna pertama dari biru hijau menjadi coklat merah. Blanko dengan air suling dikerjakan dengan cara yang sama dengan prosedur di atas.

6. Analisis Cd

Jika sampel dalam bentuk cair, maka dapat langsung digunakan. Jika sampel dalam bentuk padat maka dibuat dulu dalam bentuk abu lewat proses pengabuan dengan menggunakan furnace. Kemudian abu yang telah terbentuk dilarutkan dalam HCl 1 M, sampai 100 ml kemudian dipanaskan. Ditambahkan larutan dengan 1 g amonium thiocyanate pa. diaduk dan dipanaskan hingga mendidih, kemudian ditambahkan dengan 1 ml pyridine pekat, kemudian diaduk. Akan terbentuk endapan dan

dilarutkan endapan yang terbentuk dengan berurutan 5 ml larutan 1, 5 ml larutan 2, dan 10 ml larutan 3 dan 4. Diencerkan sampai 50 ml dengan aquades dan diukur absorbansi yang terbentuk pada panjang gelombang 450 nm.

7. Analisis Cr(VI)

Jika sampel dalam bentuk cair, maka dapat langsung digunakan. Jika sampel dalam bentuk padat maka dibuat dulu dalam bentuk abu lewat proses pengabuan dengan menggunakan furnace. Diambil sampel cair sebanyak 50 ml atau dilarutkan abu dalam H_2SO_4 3M sebanyak 50 ml. Untuk sampel cair, juga ditambah dengan H_2SO_4 3M sebanyak 50 ml. Kemudian diambil 10 ml larutan, ditambahkan 5 ml larutan 1,5 diphenylcabazide 0,25%, dan diencerkan hingga 25 ml dengan aquades. Didiamkan selama 10 menit dan diamati absorbansinya pada panjang gelombang 365 nm.

8. Analisis Pb

Jika sampel dalam bentuk cair, maka dapat langsung digunakan. Jika sampel dalam bentuk padat maka dibuat dulu dalam bentuk abu lewat proses pengabuan dengan menggunakan furnace. Kemudian abu yang telah terbentuk dilarutkan dalam HCl 1 M, sampai 40 ml kemudian dipanaskan. Ditambahkan ke dalam larutan sampel 5 – 6 tetes larutan KCN 10 % kemudian ditambahkan 25 ml larutan amonia 1:2 dan akhirnya ditambahkan 0,5 ml larutan Na-sulfid 10%. Dibuat larutan hingga 100 ml volum dengan penambahan aquades. Diukur absorbansinya pada panjang gelombang 430 nm.

HASIL

Profil logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb telah dianalisis pada beberapa

lokasi di provinsi Lampung. Profil logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb diperoleh dari sampel air, sedimen/tanah dan beberapa tanaman pangan yang tumbuh yang diambil di beberapa lokasi di provinsi Lampung. Adapun beberapa lokasi yang dijadikan objek untuk mempelajari profil logam berat adalah sebagai berikut : 1) **Gunung** yaitu pegunungan yang dianggap bersih/bebas polutan di Gunung Batu Kramat Kecamatan Kota Agung Timur Kabupaten Tanggamus sebagai daerah kontrol positif; 2) **Sawah** yaitu persawahan dengan sumber pencemar dari pupuk kimia, herbisida, insektisida, maupun perangsang sintesis untuk tumbuh daun, bunga, dan buah di daerah perkebunan sayuran Bedang 36 Kecamatan Pekalongan Lampung Timur; 3) **Jalan** yaitu di Jalan Wr Supratman yang merupakan jalan lintas dari Pekalongan Lampung Timur-Metro, 4) **Industri** dengan sumber pencemar berbagai pabrik kasur busa, tinta, foto copy, pengalengan pangan, bengkel motor dan mobil di Tanjung Bintang Lampung Selatan.

1 Profil Logam Berat Cd, Cr(VI) dan Pb serta kondisi lokasi sampling yang ditumbuhi tanaman pangan

Sebelum mengamati profil logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb pada tanaman pangan, maka perlu dilakukan analisis terhadap kondisi lingkungan dimana tanaman pangan tersebut tumbuh. Oleh karena itu pada penelitian ini juga dianalisis sampel air dan sedimen/tanah di lokasi di mana tanaman pangan tumbuh. Pengambilan sampel dilakukan pada hari Minggu tanggal 15 Maret 2015 pada kondisi yang cerah, walaupun pada beberapa hari sebelumnya kondisi cuaca lokasi sekitarnya hujan lebat. Tabel 1.

menunjukkan perbandingan kualitas sampel Gunung, Sawah, Jalan dan fisik-kimia di lokasi pengambilan Industri.

Tabel 1 Perbandingan Kualitas Fisik-Kimia Rata-Rata pada Lokasi Gunung, Sawah, Jalan dan Industri

Parameter	Lokasi				Baku Mutu Air Kelas IV
	Gunung	Sawah	Jalan	Industri	
TSS (mg/L)	38,44 (V)	14,32 (V)	15,28 (V)	65,82 (V)	400
TDS (mg/L)	89,2 (V)	45,1 (V)	52,8 (V)	292,0 (V)	2000
BOD (mg/L)	54,88 (X)	53,77 (X)	42,48 (X)	67,52 (X)	12
COD (mg/L)	100,6 (X)	96,4 (V)	68,2 (V)	136,8 (X)	100
pH	7,5 (V)	5,7 (V)	6,4 (V)	5,2 (V)	5-9
Daya Hantar Listrik (mS)	177,8 (V)	91,6 (V)	107,8 (V)	625 (V)	2.250
Cd (mg/L) pada air pada sedimen	0,01 (V)	0,02 (X)	0,04 (X)	0,09 (X)	0,01
	0,12 (X)	0,88 (X)	1,6 (X)	1,82 (X)	
Cr (mg/L) pada air pada sedimen	0,01 (V)	0,03 (X)	0,06 (X)	0,21 (X)	0,01
	0,11 (X)	0,69 (X)	1,01 (X)	2,17 (X)	
Pb (mg/L) pada air pada sedimen	0,01 (V)	0,03 (V)	0,07 (V)	0,25 (V)	1
	0,19 (V)	0,62 (V)	1,57 (X)	2,49 (X)	

Keterangan:

- (V) tidak melebihi baku mutu air Kelas IV yang diperuntukkan untuk pertanian; dan atau sesuai untuk kebutuhan hidup tanaman
- (X) melebihi batas baku mutu air Kelas IV yang diperuntukkan untuk pertanian; dan atau tidak sesuai untuk kebutuhan hidup tanaman

Kondisi air di beberapa lokasi pengambilan sampel kemudian dibandingkan dengan baku mutu air kelas VI berdasarkan peraturan pemerintah RI No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa secara umum kualitas air di gunung lebih baik jika dibandingkan dengan lokasi sawah, jalan dan industri. Kualitas air di gunung masih berada di bawah atau sekitar baku mutu air kelas IV yang diperuntukkan untuk pertanian kecuali pada parameter BOD dan COD. Sedangkan pada lokasi sawah, jalan dan industri, kondisi kualitas air termasuk pada kriteria yang kurang baik karena nilai hampir semua parameternya melebihi ambang baku mutu air kelas IV yang diperuntukkan untuk pertanian.

Berdasarkan hasil analisis kualitas fisik-kimia pada Tabel 4.1

dapat diketahui bahwa nilai BOD dari keseluruhan lokasi pengambilan sampel berada di atas ambang baku mutu air kelas IV yang diperuntukkan untuk pertanian berdasarkan PP No. 82 tahun 2011. Nilai BOD merupakan nilai yang menunjukkan jumlah oksigen yang terlarut dalam air yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik pada kondisi aerobik dan suhu 20⁰C (Achmad, 2004). Oksigen sangat dibutuhkan oleh setiap makhluk hidup untuk memperoleh memperoleh energi bagi pertumbuhannya. Berdasarkan nilai BOD pada setiap lokasi terlihat bahwa nilai BOD yang tinggi sebanding dengan nilai TSS yang juga tinggi di lokasi tersebut. TSS menunjukkan jumlah padatan yang tersuspensi dalam air, baik zat padat organik maupun anorganik (Effendi, 2003). Nilai BOD yang sebanding dengan nilai TSS yang tinggi

menunjukkan bahwa pada sampel air dari lokasi tersebut mengandung bahan-bahan organik yang tinggi, sehingga untuk menguraikan bahan organik yang tinggi dalam air maka organisme perairan juga akan membutuhkan oksigen yang banyak. Jumlah kebutuhan oksigen yang tinggi akan meningkatkan nilai BOD air. Nilai COD pada lokasi tersebut juga tinggi. Hal ini menegaskan bahwa bahan organik yang terlarut dalam air banyak karena nilai COD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan menguraikan bahan organik dengan bahan kimia seperti $K_2Cr_2O_7$ (Effendi, 2003).

Selain nilai BOD dan COD, parameter lainnya pada sampel air di gunung masih berada dibawah ambang baku mutu air kelas IV yang diperuntukkan untuk pertanian. Hal ini menunjukkan kualitas air gunung masih berada pada kondisi yang baik. Tingginya bahan organik yang terkandung di dalam air gunung dimungkinkan karena terbawanya material organik dari sekitar daerah aliran sungai.

Kondisi pH air di setiap lokasi pengambilan sampel masih berada dikisaran baku mutu air kelas IV. Nilai pH air di gunung masih berada pada kondisi yang netral. Sedangkan nilai pH di lokasi lain tergolong pada kondisi asam. Lokasi di Gunung, tepatnya di Gunung Batu Kramat Kecamatan Kota Agung Timur Kabupaten Tanggamus, aktivitas masyarakat sekitar yang menyebabkan perubahan lingkungan masih cenderung rendah sehingga pH airnya masih pada kondisi yang netral. Nilai pH air di lokasi sawah, jalan dan industri yang semakin kecil jika dibandingkan dengan kondisi pH di gunung menunjukkan bahwa aktivitas

masyarakat di lokasi tersebut menyebabkan perubahan pada nilai pHnya. Kebanyakan aktivitas masyarakat di sekitar sawah, jalan dan industri dapat menurunkan pH air di lingkungan.

Besarnya nilai TDS air di setiap lokasi hampir sebanding dengan besarnya nilai DHL. Hal ini disebabkan karena padatan terlarut (TDS) biasanya berupa bahan anorganik seperti ion-ion yang terlarut dalam air (Effendi, 2003). Ion-ion tersebut dapat meneruskan listrik, sehingga besarnya nilai TDS biasanya diikuti dengan besarnya nilai DHL air. Hal ini juga sesuai dengan besarnya konsentrasi logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb di air kecuali pada lokasi di gunung. Nilai DHL air di gunung lebih tinggi nilainya dibandingkan nilai DHL air di sawah, walaupun konsentrasi logam Cd, Cr(VI) dan Pb dalam air di sawah lebih besar dibandingkan konsentrasi logam dalam air di gunung. Hal ini dapat disebabkan karena air yang ada di gunung mengandung mineral lain yang berasal dari pelapukan batuan dan tanah di gunung, sehingga dapat meningkatkan konsentrasi ion-ion yang terlarut dan secara langsung meningkatkan nilai DHL air.

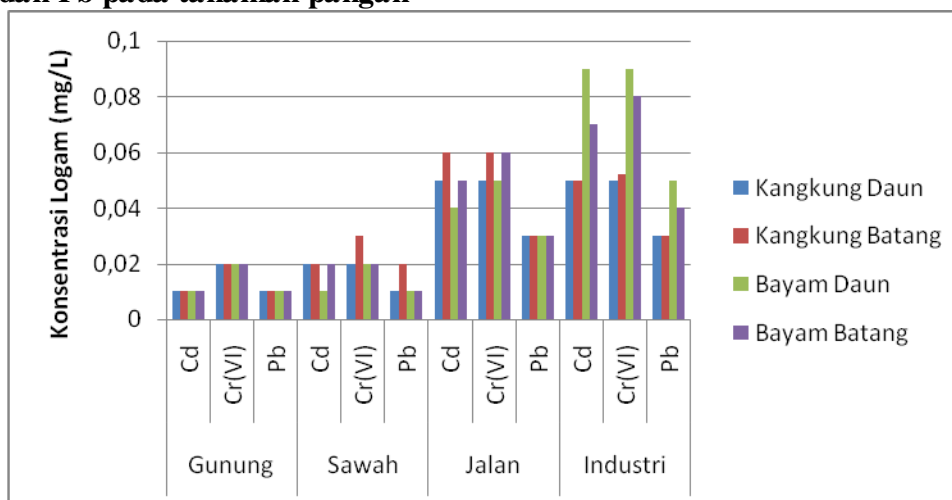
Kandungan logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb di sampel air di lokasi gunung masih berada di bawah atau setara dengan baku mutu air kelas IV. Konsentrasi logam berat Pb di air pada setiap lokasi pengambilan sampel juga masih berada di bawah baku mutu air kelas IV. Sedangkan konsentrasi logam berat lainnya berada di atas baku mutu air kelas IV. Konsentrasi logam berat di air paling tinggi terdapat pada lokasi industri. Di antara ketiga logam berat yang dianalisis pada sampel air di semua lokasi, logam Pb memiliki konsentrasi yang paling besar

dibandingkan konsentrasi logam Cd dan Cr(VI).

Berdasarkan Tabel 1, kandungan logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb pada sedimen di setiap lokasi lebih besar dibandingkan dengan pada air. Semakin tinggi konsentrasi logam yang berada di air maka konsentrasi logam pada sedimen juga semakin besar. Konsentrasi logam berat di sedimen paling besar terjadi di lokasi industri. Hal ini juga sebanding dengan besarnya konsentrasi logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb yang terkandung di airnya. Kondisi ini disebabkan karena logam berat di perairan dapat terakumulasi dalam sedimen melalui proses presipitasi yang didukung oleh gaya gravitasi bumi (Hutagalung dan Setiapermana, 1994). Oleh karena itu pada kondisi tertentu logam berat yang terlarut di dalam air akan mengendap di dasar perairan dan membentuk sedimen.

Kangkung dan bayam merupakan tanaman pangan yang mudah tumbuh di mana saja. Oleh karena itu pada pengambilan sampel air dan tanah di setiap lokasi pengamatan, tanaman kangkung dan bayam adalah tanaman pangan yang tumbuh baik di sekitarnya. Logam berat yang terkandung di air, tanah maupun sedimen pada suatu lokasi memiliki kemungkinan besar terakumulasi pada tanaman yang tumbuh di lokasi tersebut. Hal ini disebabkan karena akar dari tanaman memperoleh nutrisi dari lingkungan sekitar ia tumbuh dalam hal ini air dan tanah. Logam berat yang terkandung dalam air dan tanah/sedimen juga memiliki kemungkinan terserap saat akar tanaman menyerap nutrisi dari lingkungan tempatnya hidup. Adapun grafik konsentrasi logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb yang terdapat pada kangkung dan bayam ditunjukkan pada Gambar 1.

2 Profil Logam Berat Cd, Cr (VI) dan Pb pada tanaman pangan



Gambar 1 Grafik Konsentrasi Logam Cd, Cr(VI) dan Pb pada bagian daun dan batang dari Tanaman Kangkung dan Bayam

Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa akumulasi logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb pada kangkung dan bayam paling kecil terjadi pada lokasi

gunung dibandingkan 3 lokasi lainnya. Sedangkan akumulasi logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb pada kangkung dan bayam paling tinggi terjadi pada lokasi

industri, dimana konsentrasi akumulasi logam Cd dan Cr(VI) pada daun bayam mencapai 0,09 mg/L. Akumulasi logam berat pada bagian daun dan batang pada kangkung dan bayam tidak terdapat perbedaan yang terlalu signifikan, karena perbedaan konsentrasi logam pada bagian daun dan batang tidak terlalu besar, sekitar 0,01 mg/L dan pada sebagian besar lainnya bahkan tidak terdapat perbedaan sama sekali.

PEMBAHASAN

Kondisi lingkungan tempat pengambilan sampel pada penelitian jauh lebih baik jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Widowati (2010) pada lokasi pengambilan sampel di kota Surabaya kecuali pada konsentrasi logam Cr(VI) di sedimen yang nilainya hampir sama dengan konsentrasi Cr(VI) pada sedimen di lokasi industri yaitu 2,17 mg/L. Widowati (2010) melakukan penelitian tepatnya di daerah pertanian Tambaksumur Sidoarjo provinsi Jawa Timur yang mengambil sumber pengairan dari anak Sungai Brantas. Berdasarkan penelitian Widowati (2010) diketahui bahwa konsentrasi

logam Cd, Cr dan Pb di air yang mencapai 9,8 mg/L, 1,8 mg/L dan 6,5 mg/L, sedangkan di sedimen mencapai 32,3 mg/L, 2,8 mg/L dan 11,3 mg/L. Kondisi ini berkaitan dengan status perkembangan industri dimana industri di kota Surabaya lebih besar dan banyak dibandingkan di provinsi Lampung.

Logam berat yang terkandung di air maupun tanah/sedimen dapat terakumulasi pada organisme yang hidup di lingkungan tersebut. Proses tersebut disebut bioakumulasi. Kemampuan suatu organisme dalam mengakumulasi logam berat dari lingkungannya dapat diamati melalui nilai faktor biokonsentrasi atau biasa dikenal dengan *Bioconcentration Factor* (BCF) (Abdullah *et al.*, 2007). BCF merupakan perbandingan konsentrasi logam berat dalam tubuh organisme dengan konsentrasi logam berat di lingkungan sekitar organisme tersebut hidup. Nilai BCF dari perbandingan konsentrasi logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb pada kangkung dan bayam dengan konsentrasi logam tersebut di lingkungannya (sedimen dan air) disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 2. Perbandingan Nilai Faktor Biokonsentrasi (BCF) Logam Berat di Tanaman Pangan pada Lokasi Gunung, Sawah, Jalan dan Industri

Lokasi	Logam	Kangkung	Bayam	Sedimen	Air	BCF (k-s)	BCF (k-w)	BCF (b-s)	BCF (b-w)
Gunung	Cd	0,01	0,01	0,12	0,01	0,08	1,00	0,08	1,00
	Cr(VI)	0,02	0,02	0,11	0,01	0,18	2,00	0,18	2,00
	Pb	0,01	0,01	0,19	0,01	0,05	1,00	0,05	1,00
Sawah	Cd	0,02	0,02	0,88	0,02	0,02	1,00	0,02	0,75
	Cr(VI)	0,03	0,02	0,69	0,03	0,04	0,83	0,03	0,67
	Pb	0,02	0,01	0,62	0,03	0,02	0,50	0,02	0,33
Jalan	Cd	0,06	0,05	1,6	0,04	0,03	1,38	0,03	1,13
	Cr(VI)	0,06	0,06	1,01	0,06	0,05	0,92	0,05	0,92
	Pb	0,03	0,03	1,57	0,07	0,02	0,43	0,02	0,43
Industri	Cd	0,05	0,08	1,82	0,09	0,03	0,56	0,04	0,89

	Cr(VI)	0,05	0,09	2,17	0,21	0,02	0,24	0,04	0,40
	Pb	0,03	0,05	2,49	0,25	0,01	0,12	0,02	0,18

Keterangan:

- BCF_{k-s} = nilai faktor biokonsentrasi logam pada kangkung dan sedimen
- BCF_{k-w} = nilai faktor biokonsentrasi logam pada kangkung dan air
- BCF_{b-s} = nilai faktor biokonsentrasi logam pada bayam dan sedimen
- BCF_{b-w} = nilai faktor biokonsentrasi logam pada bayam dan air

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui secara umum nilai BCF_{o-w} lebih besar dibandingkan BCF_{o-s} . Nilai BCF_{o-w} adalah nilai perbandingan konsentrasi logam pada tanaman pangan (kangkung dan bayam) dengan konsentrasi logam pada air (BCF_{k-w} dan BCF_{b-w}), sedangkan BCF_{o-s} adalah nilai perbandingan konsentrasi logam pada tanaman pangan (kangkung dan bayam) dengan konsentrasi logam pada sedimen (BCF_{k-s} dan BCF_{b-s}). Nilai BCF_{o-w} (0,12-2,00) > BCF_{o-s} (0,01-0,18) menunjukkan bahwa secara umum baik kangkung maupun bayam lebih banyak mengakumulasi logam berat dari air dibandingkan dari sedimen. Hal ini dapat disebabkan karena nutrisi di lingkungan diserap akar tanaman dari lingkungan sekitar bersamaan dengan diserapnya air yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk tumbuh, khususnya dalam proses fotosintesis. Sehingga logam berat yang terlarut dalam air dapat ikut terserap dan terakumulasi dalam bagian tubuh tanaman baik kangkung maupun bayam.

Besarnya nilai BCF_{o-w} dibandingkan dengan BCF_{o-s} juga terjadi pd penelitian yang dilakukan oleh Ndeda and Manohar (2014) yang mengamati faktor biokonsentrasi pada tanaman hidrofit di Nairobi Dam di Kenya dimana nilai BCF hidrofit di air lebih besar dibandingkan BCF hidrofit di sedimen. Kangkung memiliki habitat yang sama dengan hidrofit yang hidup di air sehingga sebagian besar logam berat yang

terakumulasi di dalamnya diperoleh dari air di sekitarnya.

Nilai perbandingan konsentrasi logam Cd, Cr(VI) dan Pb pada tanaman (kangkung dan bayam) dengan konsentrasi logam Cd, Cr(VI) dan Pb pada sedimen/tanah (BCF_{o-s}) di keempat lokasi pengambilan sampel pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nilai BCF_{o-s} logam Cr(VI) merupakan nilai BCF_{o-s} paling tinggi diantara kedua logam lainnya kecuali pada lokasi industri dengan kisaran nilai BCF_{k-s} 0,02 – 0,18 dan BCF_{b-s} 0,03 – 0,18.

Nilai BCF_{k-s} pada penelitian ini berkisar antara 0,02 – 0,08. Nilai tersebut jauh lebih kecil dibandingkan kemampuan akumulasi kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) yang telah dilakukan oleh Liong dkk (2009). Liong dkk (2009) melakukan penelitian tentang dinamika akumulasi Cd pada kangkung darat diperoleh bahwa nilai faktor biokonsentrasi kangkung darat untuk logam Cd terhadap lingkungan tumbuhnya (tanah) adalah lebih dari 1. Nilai BCF yang rendah pada penelitian ini menunjukkan akumulasi logam yang masih rendah pada kangkung dan bayam.

Nilai BCF_{o-w} pada logam Cd adalah nilai BCF_{o-w} yang paling besar dibandingkan dengan nilai BCF_{o-w} pada logam Cr(VI) dan Pb, kecuali pada lokasi di gunung. Hal ini berbeda jika dibandingkan dengan konsentrasi logam paling tinggi di lingkungan. Berdasarkan konsentrasi logam di lingkungan, baik di air maupun di

tanah/sedimen konsentrasi logam Pb adalah konsentrasi paling tinggi dibandingkan dengan logam Cd dan Cr(VI) kecuali pada lokasi di gunung. Akan tetapi berdasarkan kemampuan akumulasi logam yang dapat diamati dari nilai BCF_{o-w} bahwa secara umum nilai BCF_{o-w} logam Cd lebih besar dibandingkan BCF_{o-w} logam Cr(VI) maupun BCF_{o-w} logam Pb.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Aktivitas industri memberi pengaruh yang besar terhadap keberadaan logam berat di lingkungan. Secara umum nilai BCF_{o-w} lebih besar dibandingkan BCF_{o-s} . BCF_{o-w} logam Cd lebih besar dibandingkan logam Cr(VI) maupun Pb kecuali pada lokasi Gunung dimana BCF_{o-w} logam Cr(VI) lebih besar. Nilai BCF_{o-s} logam Cr(VI) merupakan nilai BCF_{o-s} paling tinggi diantara kedua logam lainnya dengan kisaran nilai BCF_{o-s} 0,02 – 0,18. Pada lokasi industri nilai BCF_{o-s} logam Cd adalah yang paling besar. Nilai BCF dalam penelitian ini tergolong rendah yang menunjukkan rendahnya akumulasi logam berat Cd, Cr(VI) dan Pb pada kangkung dan bayam.

Saran

Berdasarkan penelitian di atas, perlu disarankan untuk mengetahui pola kompetisi absorpsi logam berat Pb, Cr(VI) dan Cd pada media tanam kangkung dan bayam.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, M. H., J. Sidi and A. Z. Aris. 2007. Heavy Metals (Cd, Cu, Cr, Pb, dan Zn) in Meretrix meretrix Roding, Water, and Sediments from Estuaries in Sabah, North Borneo. *International Journal of Environmental and Science Education*. 2(3), 69-74.
- Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Penerbit Andi. Yogyakarta. 184 halaman.
- Alloway, B.J. 1990. *Heavy Metals Soil*. New York: Jhon Willey and Sons Inc.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 258 halaman.
- Hutagalung, H. P. dan D. Setiapermana. 1994. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Linder, M. C. 1992. *Biokimia; Nutrisi dan Metabolisme*. Department of Chemistry, California State University. Fullerton, CA 92634.
- Liong, S., A. Noor, P. Taba dan H. Zubair. 2009. Dinamika Akumulasi Kadmium pada tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir). *Indonesia Chimica Acta*, Vol.2 No.1, Juni 2009.
- Widowati, H. 2010. Pengaruh Akumulasi Logam Berat Terhadap Protein dan Vitamin Sayuran Air Serta Pemanfaatannya Untuk Penyusunan Bahan Bacaan Efek Fitoremediasi. *Disertasi*. Universitas Negeri Malang.