PENCEMARAN Pb, Cd, DAN Cu DALAM KANGKUNG, BAYAM, DAN AIR TERHADAP PENCEMARAN DALAM RAMBUT DI KOTAMADYA BOGOR

The Pollution of Pb, Cd and Cu on Ipomaca, Amaranthus and Water to the Pollution in Human Hair in the District of Bogor

Oleh : M.S. Saeni *) dan H.R. Wuryandari **)

ABSTRACT

The district of Bogor has contaminated to the heavy metals of Pb, Cu and Cd. In some area has polluted by the heavy metals. The vegetables of *Ipomaca* and *Amaranthus* which consumed by the people in Bogor have polluted the those heavy metals. The human hair in Bogor has polluted by Pb and Cd. The dringking water has polluted by Cd, but not by Pb and Cu.

The regression of the content of heavy metals in the environment Ce relate with the content of those heavy metals in the hair. It means that the pollution of *Ipomaca*, *Amaranthus*, and water by Pb, Cu and Cd influences the pollution in hair, especially from the pollution of Pb in *Ipomaca*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi harus diiringi dengan kepedulian terhadap diri dan lingkungan. Bila tidak, pengaruhnya akan lebih membahayakan dibandingkan dengan keuntungan yang diperoleh dari hasil teknologi tersebut. Perkembangan teknologi ini mengakibatkan perubahan status sosial, ekonomi dan pola pikir yang selain memberikan keuntungan juga kerugian. Kerugiannya antara lain perubahan kebiasaan makan dan aktivitas yang mungkin kelihatan bermanfaat secara lahiriah, tetapi memberikan dampak negatif bagi diri dan lingkungannya.

Bertitik tolak dari latar belakang tersebut, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut : Kodya Bogor yang memiliki letak strategis dalam lalu lintas dan pengembangan potensi ekonomi dan jasa, juga mempunyai potensi dalam kerawanan pencemaran logam berat akibat dari pencemaran udara, tanah dan air. Ketiga sumber pencemar tersebut dapat mengakibatkan pencemaran logam berat yang bisa masuk ke organ tubuh melalui makanan, minuman dan pernafasan. Hal ini perlu dikaji untuk memperoleh gambaran tentang pencemaran logam berat di Kodya Bogor, sehingga dapat dilakukan upaya untuk memperbaiki keadaan tersebut.

*) Guru Besar Madya Kimia Lingkungan FMIPA IPB

**) Sarjana Kimia dari Jurusan Kimia FMIPA IPB

Pendekatan Masalah

Arus lalu-lintas yang semakin padat dan jumlah kendaraan bermotor yang juga semakin meningkat menyebabkan kualitas lingkungan Kotamadya Bogor menurun dengan meningkatnya tingkat pencemaran logam berat. Penurunan kualitas lingkungan juga dipengaruhi oleh makanan dan minuman yang dikonsumsi setiap hari, yang menurun pula kualitasnya.

Tujuan Penelitian

(1). Mengetahui tingkat pencemaran logam berat Pb, Cu dan Cd di Kotamadya Bogor dengan rambut sebagai bioindikator.
(2). Mempelajari persamaan regresi antara tingkat pencemaran Pb, Cu dan Cd dalam kangkung, bayam dan air terhadap rambut.

Hipotesis

1). Kotamadya Bogor sudah mulai terkontaminasi bahkan mungkin sudah tercemari oleh logam berat Pb, Cu dan Cd.
2). Terdapat hubungan antara tingkat pencemaran logam berat dalam kangkung, bayam dan air terhadap rambut.

TINJAUAN PUSTAKA

Logam Berat

Logam berat didefinisikan sebagai suatu kesatuan jenis logam yang mempunyai bobot molekul lebih besar dari kalsium dan densitas lebih dari 5 g/cm^3. Jenis ini terdiri dari 70 unsur logam dan hanya beberapa logam saja yang mendapat perhatian khusus di lingkungan seperti Cu, Cd, Hg, Sn, Pb, Sb, V, Cr, Mo, Mn, Co dan Ni (Piotrowski dan Coleman, 1980).

Beberapa logam berat merupakan logam yang paling berbahaya dari zat-zat pencemar unsur. Unsur-unsur ini yang umumnya logam-logam yang terdapat pada bagian pojok bawah-kanan dari daftar berkala, terdapat di antaranya logam-logam yang merupakan hara mikro seperti besi dan unsur-unsur bahaya seperti timbal, kadmium, dan raksa. Kebanyakan dari logam-logam ini mempunyai afinitas sangat besar terhadap belerang. Logam-logam ini menyerang ikatan-ikatan belerang dalam enzim-enzim, sehingga enzim yang bersangkutan menjadi *immobile.* Gugus-gugus protein yaitu asam karboksilat ($-CO_2H$) dan amino ($-NH_2$) juga diserang oleh logam-logam berat. Ion-ion kadmium, tembaga dan raksa terikat pada sel-sel membran yang menghambat proses-proses transport melalui dinding sel. Logam-logam berat dapat juga mengendapkan senyawa-senyawa biofosfat atau mengkatalisis penguraiannya (Saeni, 1989).

Logam-logam berat yang terdapat di alam ada sekitar delapan buah logam yang merupakan unsur mikro pada mamalia yaitu Cu, Cr, Mo, Mn, Co, Sn, V, dan Ni. Kedua belas logam berat seperti diterangkan Piotrowski (1980), tidak akan mengkontaminasi lingkungan, bila penggunaan setiap harinya sesuai dengan kebutuhan tubuh. Artinya pemakaian tidak melebihi kebutuhan. Kebutuhan tubuh terhadap logam berat bervariasi tergantung unsur dan umur dari pemakai.

Karacunan yang disebabkan oleh logam berat biasanya berasal dari pencemaran udara, air dan tanah yang kesemuanya akan masuk ke tubuh melalui makanan, minuman dan pernafasan. Secara umum pencemaran ini bersumber dari alam dan akibat ulah manusia *(anthropogenic)* (Piotrowski dan Coleman, 1980).

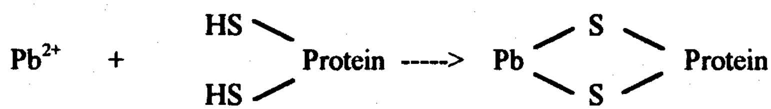
Timbal (Pb)

Timbal di alam banyak terdapat sebagai unsur atau persenyawaan dan banyak terdapat sebagai PbS (galena), $PbSO_4$ (anglesite), $PbCO_3$ (cerrusite) dan Pb $(OH)_2PbCO_3$ (timbal putih) (Mellor, 1946). Untuk selanjutnya timbal ini digunakan dalam bentuk unsur atau persenyawaan.

Menurut Casarett dan Doull (1975), timbal cenderung ditimbun dalam tulang, dan pada keracunannya didapatkan kandungan Pb tertinggi pada aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testes, jantung dan otak. Hal ini diperoleh dari kasus yang terjadi di Amerika pada sembilan kota yang diteliti. Sebuah kasus keracunan kronis (menahun) Pb dalam keadaan kadar Pb dalam darah 60 μg/100 ml tanpa gejala keracunan pernah ditemukan. Gejala keracunan Pb kadang-kadang tidak terdeteksi, namun mungkin berakibat keracunan ginjal dan hipertensi pada usia dini.

Ginjal adalah organ utama bagi kelebihan logam berat. Kerusakan tubulus yang ditunjukkan adanya asam amino uria melukiskan adanya ikatan dengan Pb, Cd dan uranium. Kemungkinan mekanisme keracunan ginjal oleh beberapa logam berat disebabkan efeknya pada enzim dehidrogenase pada gugus -SH. Pada kasus keracunan akut, beberapa logam berat seperti As, Bi, Cd, Pb, Hg dan U menyebabkan nekrosis tubular, oligosuria dan kegagalan fungsi ginjal (Casarett dan Doull, 1975) dan Gan, 1980).

Partikel-partikel uap Pb akan merusak kesehatan, bila terhirup. Partikel halus yang terhirup masuk ke dalam paru-paru dan selanjutnya ke dalam darah. Timbal dapat merusak dengan berbagai cara seperti pengurangan sel darah merah, penurunan sintesis globulin dan penghambatan sintesis hemo yang menimbulkan anemia. Secara umum mekanisme timbulnya anemia akibat Pb diterangkan oleh Soedigdo (1981) yaitu akibat terjadinya persenyawaan Pb dengan enzim aktif. Kompleks persenyawaan ini membuat enzim tidak aktif, akibatnya sintesis darah merah (Hb) dapat dihambat dan menimbulkan gejala anemia, dengan reaksi :



Disamping pengaruh hematologi ini, timbal juga dikenal sebagai penghambat kelahiran yang menyebabkan steril, keguguran atau kematian janin (Piotrowski, 1980). Secara umum daya racun timbal yang akut pada manusia menyebabkan kerusakan hebat pada ginjal, sistem reproduksi, hati dan otak serta sistem syaraf sentral dan mengakibatkan sakit yang parah dan kematian.

Kadmium (Cd)

Kadmium adalah salah satu unsur logam berat yang bersama Zn dan Hg terletak pada golongan IIb daftar berkala. Kadmium jarang sekali ditemukan di alam dalam bentuk bebas dan bukan dalam bentuk persenyawaannya. Keberadaannya di alam dalam berbagai tipe batuan, tanah, air, batu bara dan minyak. Kadmium ditemukan dalam berbagai bentuk garamnya. Pergerakannya di alam dan efeknya dalam ekosistem tergantung pada keberadaan garam-garamnya di alam. Kadmium dapat terikat pada protein dan molekul organik lainnya dan membentuk garam dengan asam-asam organik, tetapi bentuk-bentuk ini digolongkan sebagai zat anorganik (WHO, 1989).

Zat pencemar kadmium bersumber dari buangan industri, limbah pertambangan, pengelasan logam dan pipa-pipa air. Secara kimia, Cd sangat mirip dengan seng dan kedua logam ini menjalani proses geokimia bersama-sama. Kedua logam ini didapat dalam air dengan bilangan oksidasi + 2.

Pengaruh racun akut dari Cd sangat buruk. Diantaranya penderita yang keracunan Cd mengalami tekanan darah tinggi, kerusakan ginjal, kerusakan jaringan testicular, dan kerusakan sel-sel butir darah merah (Saeni, 1989). Kadmium dalam tubuh dapat merusak tulang seperti gejala "itai-itai" yang dikenal di Jepang (Hudhes, 1981).

Tembaga (Cu)

Tembaga adalah salah satu hara mikro yang dibutuhkan oleh hewan maupun tumbuhan. Zat ini menjadi sangat dibutuhkan karena Cu ini adalah komponen utama dalam beberapa enzim oksidase. Teori terbaru menyatakan bahwa kekurangan Cu akan menyebabkan anemia karena Cu diperlukan untuk absorpsi dan mobilisasi Fe, yang diperlukan untuk pembuatan hemoglobin (Whitten K. W., *et al*, 1992). Unsur ini bersama Fe dan Co merupakan mineral yang sangat penting dalam pembentukan sel darah merah. Kobalt dapat meningkatkan jumlah hematokrit, hemoglobin dan eritrosit dengan merangsang pembentukan eritropoetin.

Unsur Cu ini memang tidak terlalu toksik terhadap hewan, tetapi toksik terhadap tanaman dan ganggang pada konsentrasi sedang. Adanya konsentrasi Cu yang melebihi ambang batas biasanya bersumber dari pengelasan logam, limbah industri dan domestik, pertambangan dan pencucian mineral (Saeni, 1989).

BIOINDIKATOR RAMBUT

Rambut adalah bagian tubuh yang banyak mengandung protein struktural. Protein ini tersusun asam-asam amino sistein yang mengandung gugus sulfhidril (-SH) dan sistin dengan ikatan disulfida (-S-S). Gugusan-gugusan tersebut mampu mengikat logam berat yang masuk ke dalam tubuh dan terikat di dalam rambut. Mengingat senyawa sulfida mudah terikat oleh logam berat, maka bila logam berat masuk ke dalam tubuh, logam-logam tersebut akan terikat oleh senyawa sulfida dalam rambut (Petrucci, 1982 dan Huyser, 1974 dalam Saeni, 1995).

Helai rambut terdiri dari zat tanduk, yang berisi protein keratin. Zat ini juga terdapat pada kuku dan tanduk hewan (Mercer, 1969).

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia Pusat Antar Universitas dan Laboratorium Terpadu Analisis Kimia, Institut Pertanian Bogor. Penelitian berlangsung dari bulan Mei sampai September 1995.

Daerah penelitian adalah di Kotamadya Bogor. Penelitian ini mencakup enam kecamatan yaitu Kota Bogor Utara, Kota Bogor Selatan, Kota Bogor Tengah, Kota Bogor Timur, Kota Bogor Barat dan Tanah Sareal. Batas areal penelitian menggunakan batas administratif, karena batasan berdasarkan batas-batas administratif mempermudah pengumpulan data disebabkan informasi yang diinginkan dan ahli berpengalaman, pemerintah yang bertempat tinggal di dalam atau dekat areal studi cukup banyak (WHO, 1989).

BAHAN DAN ALAT

Bahan

Dalam penelitian ini digunakan contoh rambut, makanan berupa bayam, kangkung dan air yang diambil di enam kabupaten di Kodya Bogor. Bahan kimia yang digunakan adalah HNO_3, sebagai zat pendestruksi, larutan standar Pb, Cu dan Cd dan aquades.

Alat

Alat-alat yang digunakan adalah spektrofotometer absorbsi atom (AAS), pemanas, timbangan dan alat-alat gelas.

Prosedur

Contoh rambut diambil dari pemangkas rambut, bayam dan kangkung dari pasar atau penjual sayur terdekat dengan lokasi pemangkas rambut, dan demikian pula dengan contoh air diambil di rumah-rumah penduduk dekat lokasi pada tiap-tiap kecamatan di Kodya Bogor. Lokasi pengambilan masing-masing jenis contoh berdekatan. Berdekatan disini berarti masih dalam kelurahan yang sama.

Contoh rambut dipotong-potong halus. Contoh sayuran diiris halus, kemudian disimpan dalam oven dengan suhu 70°C selama empat hari, sampai kadar airnya tetap. Contoh sayuran yang sudah di oven, dihaluskan dengan blender dan diayak. Baik contoh rambut maupun contoh sayuran yang telah halus didestruksi dengan HNO_3 pekat, kemudian dilakukan penentuan logam berat dengan menggunakan AAS. Contoh air juga dilakukan analisis dengan AAS, tetapi tanpa didestruksi terlebih dahulu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Logam berat adalah salah satu dari sekian banyak sumber pencemar yang mencemari manusia dan lingkungannya. Masuknya logam berat ke lingkungan hidup merupakan suatu awal dari pencemaran yang terjadi di alam ini. Tanah, air dan udara adalah lingkungan awal yang akan dicemari oleh logam berat ini.

Keberadaan logam berat di alam akan mencemari manusia dengan cara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung bisa melalui pernafasan, sedangkan secara tidak langsung melalui makanan dan minuman. Makanan dan minuman adalah salah satu contoh mediator terjadinya pencemaran ke dalam tubuh manusia.

Makanan dan minuman yang dimakan sehari-hari tidak luput dari pencemar berupa logam berat. Makanan segar, apalagi makanan kemasan dikhawatirkan sudah terkontaminasi bahkan mulai tercemar, karena pemakaian logam berat dalam industri makanan dan minuman sudah semakin tinggi tingkatnya.

Makanan segar berupa sayur-sayuran yang tanpa pengolahan pabrik, bukan berarti tidak tercemar oleh logam berat. Justru dari makanan segar inilah tempat pertama logam berat bisa masuk ke makhluk hidup lain. Dari rantai makanan ini penyebaran logam berat sebagai pencemar dimulai.

Sebagai rantai pertama dalam pencemaran logam berat, tanaman menggunakan dua cara untuk menyerap logam berat yaitu dengan akar dan dengan stomata. Walaupun ada dua cara logam berat bisa diabsorpsi oleh tanaman, tetapi akarlah yang dominan dan sumber utama dalam tubuh tanaman.

Setiap spesies memiliki kemampuan menyerap logam berat yang berbeda-beda. Selain spesies tanaman, banyak faktor yang berpengaruh terhadap serapan logam berat oleh tanaman, diantaranya pH tanah, bentuk kimia dan jumlah logam yang bersangkutan di dalam tanah.

Hasil penelitian ini juga memperlihatkan perbedaan penyerapan logam berat pada kangkung dan bayam. Dari ketiga jenis logam berat yang dianalisis dalam kangkung dan bayam, bayam selalu menunjukkan tingkat pencemaran yang lebih tinggi dibanding kangkung (Tabel 1, 2, 3 dan 4). Hasil tersebut didukung oleh survei yang dilakukan oleh mingguan Trubus terhadap sayur-sayuran di Jakarta yang memperoleh hasil bahwa bayam mempunyai kandungan logam berat (Cu dan Zn) lebih besar dibanding kangkung dan selada.

Logam berat yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman akan dicerna di usus duabelas jari dan akan diangkut oleh plasma (albumin). Albumin akan berasosiasi dengan protein yang akan diedarkan ke bagian tubuh tertentu yang membutuhkan dan terakumulasi di hati, ginjal, rambut dan ujung kuku. Logam berat juga dapat diekskresikan melalui feces, urine dan sisa pernafasan (Gibson, 1990 dan Linder, 1992).

Pada saat beredar di dalam tubuh, logam berat mengalami beberapa interaksi diantaranya dengan protein, enzim, membran sel, metabolit dan DNA. Melihat pengaruh kerja logam berat yang begitu besar pada tubuh, maka keberadaannya di dalam tubuh yang melebihi ambang batas sangat berbahaya.

Hasil yang diperoleh dari analisis kandungan logam berat Pb, Cu, dan Cd dalam rambut, kangkung, bayam dan air di Kodya Bogor (Tabel 1) memperlihatkan bahwa secara umum kandungan Pb dan Cd dalam rambut sudah melebihi ekskresi normal, sedangkan Cu dalam rambut masih normal.

Tabel 1. Kandungan Pb, Cu dan Cd dalam Rambut, Kangkung, Bayam dan Air

Bahan	Konsentrasi (ppm)		
	Pb	Cu	Cd
Rambut	39,837	24,474	1,041
Kangkung	22,234	12,295	1,011
Bayam	28,464	15,302	12.166
Air	0,047	0,045	0,030

Sayuran yang digunakan sebagai contoh yang dianalisis berasal dari berbagai pasar di Kodya Bogor. Keragaman lokasi saja akan menimbulkan perbedaan hasil, apalagi jika sumbernya berbeda. Sumber yang berbeda berarti segala sesuatu yang berkaitan dengan kondisi penanaman yang berbeda. Bila tanah tempat tumbuh tanaman, air sebagai sumber hidup dan udara sudah tercemar, maka tanaman yang tumbuh juga tercemar dan sebaliknya. Dengan demikian hasil analisis yang diperoleh beragam.

Kandungan Pb, Cu dan Cd dalam air relatif kecil dan termasuk dalam kategori belum berbahaya karena masih dibawah ambang batas yang ditetapkan pemerintah (Men. Kes. No. 01/Berhukmas/I/1975). Untuk mengetahui lebih jelas masing-masing kandungan logam berat dalam rambut, kangkung, bayam dan air, Tabel 2, 3 dan 4 menjelaskan hasil yang diperoleh :

Tabel 2. Kandungan Pb dalam rambut, kangkung bayam dan air

Bahan		Konsentrasi (ppm)		
	1	2	3	4
Rambut	42,596	49,714	32,443	34,595
Kangkung	22,054	22,016	21,193	20,871
Bayam	28,799	30,653	30,067	24,335
Air	0,048	0,056	0,037	0,048

Tabel 2 memperlihatkan bahwa setiap ulangan pada hasil analisis berfluktuasi dan bila diregresikan memiliki kecenderungan gradien negatif. Walaupun demikian uji Duncan membuktikan tidak adanya perbedaan nyata tiap ulangan. Artinya fluktuasi dan kecenderungan gradien negatif tidak berpengaruh secara statistik.

Kisaran kandungan Pb yang dihasilkan dari penelitian ini adalah 34,00 - 58,00 ppm, artinya kandungan Pb dalam tubuh sudah melebihi ambang batas yaitu 2,8 - 4,8 ppm. Tingginya kendungan logam barat Pb dalam rambut tidak mutlak berasal dari makanan, minuman ataupun udara yang terhirup masuk ke dalam tubuh, tetapi bisa juga menempel langsung di rambut, bila udara di lingkungan mengandung Pb.

Hasil analisis Pb dalam kangkung dan bayam menunjukkan adanya tingkat pencemaran yang tinggi dari Pb terhadap kangkung dan bayam yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Bogor. Menurut Australia Food Authority (AFS-NFA) pada bulan Juni 1992 dan Ditjen POM No. 03725/B/SK. VII/89, kandungan Pb yang diperbolehkan ada dalam sayuran 2,0 ppm, sedangkan dari hasil penelitian ini kandungan Pb dalam kangkung berkisar 21,00 - 24,00 dan bayam 28,00 - 32,00 ppm.

Tembaga Cu

Hasil analisis kandungan Cu dalam rambut, kangkung, bayam dan air disajikan pada Tabel 3. Hasil yang diperoleh masih dalam kisaran normal.

Tabel 3. Kandungan Cu dalam Rambut, Kangkung, Bayam dan Air

Bahan		Konsentrasi (ppm)		
	1	2	3	4
Rambut	16,609	37,225	19,566	24,496
Kangkung	9,290	13,854	12,887	13,150
Bayam	14,628	14,888	16,007	16,685
Air	0,022	0,019	0,027	0,112

Menurut AFS-NFA kandungan Cu yang diperbolehkan dalam sayuran adalah 10 ppm, sedangkan menurut Ditjen POM 5,0 ppm. Hasil analisis terhadap kandungan Cu dalam kangkung dan bayam ini menunjukkan adanya pencemaran Cu dalam sayuran yang dikonsumsi masyarakat.

Mengingat Cu adalah hara mikro yang dibutuhkan oleh manusia, hewan dan tumbuhan, maka keberadaan Cu dalam air justru dianjurkan oleh pemerintah yaitu minimal 0,05 ppm dan maksimal 1,5 ppm. Tiap kecamatan di Kodya Bogor kandungan Cu dalam airnya masih dibawah ambang batas, artinya belum tercemar.

Bila dilihat hasil yang berfluktuasi dan regresi dari setiap pengambilan contoh, mungkin dapat diasumsikan bahwa terdapat perbedaan dari tiap pengambilan contoh. Ternyata dengan uji Duncan, perbedaan ini tidak berbeda nyata.

Kadmium (Cd)

Keberadaan unsur Cd masih diperdebatkan oleh para ahli yaitu apakah Cd ini termasuk unsur mikro esensial atau tidak. Dengan demikian keberadaannyapun masih diperdebatkan apakah memang menguntungkan dalam dosis tertentu atau memang toksik untuk segala dosis. Walaupun ada pertentangan pendapat, banyak pihak yang mendukung bahwa Cd memang toksik dalam segala dosis (Linder, 1985).

Hasil analisis kandungan Cd dalam rambut, kangkung, bayam dan air secara lengkap terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Ka ndungan Cd dalam Rambut, Kangkung, Bayam dan Air

Bahan	Konsentrasi (ppm)			
	1	2	3	4
Rambut	0,960	1,236	1,203	1,013
Kangkung	0,990	1,147	1,148	0,923
Bayam	2,383	2,369	2,153	1,761
Air	0,014	0,044	0,019	0,051

Hasil yang disajikan pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa kandungan Cd dalam tiap contoh setiap ulangannya berfluktuasi dan bila diregresikan juga memiliki kecenderungan tertentu. Perolehan ini harus diuji lanjut untuk membuktikan perbedaan yang nyata. Ternyata uji Duncan membuktikan bahwa perbedaan untuk tiap ulangan tidak berbeda nyata.

Keunikan Cd yang lain adalah Cd tidak terakumulasi dan diekskresikan dalam rambut, tetapi terutama dalam ginjal dan darah, sehingga keberadaan di rambut nol atau kecil sekali nilainya (Reilly, 1985). Ternyata bila kita perhatikan lebih seksama, maka terlihat bahwa unsur Cd berbeda dengan unsur lain. Pada unsur Pb dan Cd kandungan logam berat tersebut dalam rambut lebih tinggi dari contoh lain, tetapi pada Cd rambut lebih rendah dari contoh lain. Berarti hasil yang didapat kurang lebih sesuai teori yang mengatakan bahwa Cd tidak terakumulasi dalam rambut.

Tingginya kandungan Cd dalam rambut, jelas adanya pemasukkan Cd dalam tubuh bisa melalui makanan, minuman, maupun udara yang terhirup. Lingkungan tempat hidup sangat mempengaruhi kualitas penghuninya.

Kangkung, bayam dan air yang telah tercemar Cd secara merata di Kodya Bogor ini mungkin disebabkan oleh lingkungan yang telah tercemar oleh Cd. Walaupun ketiganya mempunyai peluang untuk menyerap Cd, tetapi kalau ketersediaan Cd tidak ada, tidak akan mungkin contoh tersebut tercemar oleh Cd.

KESIMPULAN

Hasil analisis terhadap pencemaran logam berat di Kodya Bogor disimpulkan bahwa Kodya Bogor sudah terkontaminasi oleh logam berat Pb, Cu dan Cd. Bahkan ada yang sudah sampai ke tingkat mencemari. Sayuran yang diwaliki oleh kangkung dan bayam yang dikonsumsi masyarakat Bogor sudah tercemar oleh ketiga jenis logam berat tersebut. Rambut sudah tercemar oleh Pb dan Cd. Air minum sudah tercemar oleh Cd, tetapi tidak oleh Pb dan Cu.

Hubungan regresi yang diperoleh berkolerasi positif. Artinya pencemaran kangkung, bayam dan air oleh Pb, Cu dan Cd berpengaruh terhadap pencemaran di rambut terutama dari pencemaran Pb dalam kangkung.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1977. The Condesed Chemical Dictionary. Van Nordstrard Remhold Company. New York.

Casarett, L. J. and J. Doull. 1975. Toxicology the Basic Science of Poisons. Macmillan Publishing Co, Inc. New York.

Gibson, R. S. 1990. Principles of Nutritional Asessments. Oxford University Press. New York.

Hughes, M. N. 1981. The Inorganic Chemistry of Biological Process. John Wiley and Sons. New York.

Linder, Maria C. 1992. Nutritional Biochemistry and Metabolism (Terj). UI Press. Jakarta.

Mellor, J. W. A. 1946. Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoritic Chemistry. Green and Co. London

Mercer, E. H. 1969. Keratin dalam Advances in Biology of Skin "Hair Growth" (William Montage and Richard L.D.). Pergamon Press, Ltd. Oxford.

Pettrucci, R.H. 1982. General Chemistry (3 rd ed). Mc. Millan Publishing Co, Inc. New York.

Piotrowski, J.K. dan D.O. Coleman. 1980. Enviromental Hazard of Heavy Metal : Summary Evaluation of Lead, Cadmium and Mercury. WHO. Genewa.

Reilly, Conor. 1985. Metal Contamination of Food. Appl. Sci Publ LTD. London.

Saeni, M.S. 1989, Kimia Lingkungan Dept. P & K. Dirjen Pendidikan Tinggi PAU Ilmu Hayat. IPB Bogor.

Saeni, M.S. 1995. The Correlation between the Concentration of Heavy Metals (Pb, Cu dan Hg), In The Enviroment and Human Hair. Bulletin Kimia No. 9 IPB Bogor.

Soedigdo, 1981. Permasalahan Kimia Masa Kini. S.P.S. Dept. Kimia. ITB Bandung.

Whitten, K.W., Garley K.D., Davis R.E. 1992. General Chemistry Saunders. College Publishing. USA.

WHO. 1989. Enviromental Healt Criteria 86, Mercury-enviromental aspect. WHO Geneva.