

DISTRIBUSI KONSENTRASI LOGAM BERAT (CU DAN CD) PADA SEDIMEN SUNGAI MENGGUNAKAN TEKNIK *DIFFUSIVE GRADIENT IN THIN FILM*

Distribution of Cu and Cd Concentration in the River using Diffusive Gradient in Thin Film Tehnique

Fauziah Nurhamiddin* dan Zulkifli Zam Zam**

* Fakultas MIPA Universitas Muhammadiyah Maluku Utara

** Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Khairun Ternate

E-mail: zul_kifli79@ymail.com

Diterima: 01 April 2013; Dikoreksi: 04 Mei 2013; Disetujui : 12 Mei 2013

Abstract

Sediment in the bottom of the river has the potential as a store of inorganic compounds such as Cu and Cd, which are from human activities. The purpose of this research was to determine the type and nature of the sediment contained in the river, to know the characteristics of the sediments and the distribution of Cu and Cd concentrations in variations of the river sediment depth, as well as to determine the concentration profiles of Cu and Cd in each sediment depth. The results showed that the type of sediment in the Brantas River can be classified into argillaceous sand. The concentration of Cu and Cd in the second location is higher than in the first location. Cu metal concentrations in sediments ranged from 0.0028 to 0.0922 ppm, and Cd metal concentration in the sediments ranged from 0.0022 to 0.2147 ppm. Brantas River sediments on both locations can be classified into fully sustained type which the sediments are able of to supply solutes into the pore water so that flux solute to pore water is equal to the flux solutes from pore water to prob DGT. This happens because the speed of diffusion of solutes from the solid particles sediment to pore water is equal to the speed of diffusion of solute from the pore water to prob DGT. Sediments at both locations can be included in the category of fully unsustained. From these results, it can be concluded that the Brantas River sediments have a role that is not functioning as a store of Cu and Cd metal because it is easy to release metals into the river.

Keywords: *sediments, heavy metals, Cu, Cd, DGT*

Abstrak

Sedimen di bawah sungai berpotensi sebagai penyimpan senyawa anorganik seperti Cu dan Cd, yang berasal dari aktifitas manusia di sekitarnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis dan sifat sedimen yang terdapat pada Sungai, mengetahui karakteristik sedimen dan distribusi konsentrasi Cu dan Cd dalam variasi kedalaman sedimen sungai, serta menentukan profil konsentrasi Cu dan Cd pada tiap kedalaman sedimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis sedimen pada sungai Brantas dapat digolongkan kedalam pasir berlempung. Konsentrasi logam Cu dan Cd pada lokasi II lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi I. Konsentrasi logam Cu dalam sedimen berkisar antara 0,0028-0,0922 ppm, dan konsentrasi logam Cd dalam sedimen berkisar 0,0022-0,2147 ppm. Sedimen Sungai Brantas pada kedua lokasi penelitian dapat digolongkan pada jenis fully sustained dimana sedimen mampu mensuplai solute kedalam air pori sehingga fluk solute ke pore water sama dengan fluk solute dari pore water ke prob DGT. Hal ini karena kecepatan difusi solute dari partikel padat sedimen ke pore water sama dengan kecepatan difusi solut dari pore wate ke prob DGT. Sedimen pada kedua lokasi dapat dimasukkan dalam katagori fully unsustained. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sedimen Sungai Brantas Hulu mempunyai peran yang tidak dapat berfungsi sebagai penyimpan logam Cu dan Cd di perairan.karena mudah melepaskan logam kembali ke perairan.

Kata kunci : Sedimen, Logam berat, Cu, Cd ,DGT

1. PENDAHULUAN

Sedimen merupakan lapisan bawah sungai, danau, *reservoir*, teluk, muara, dan lautan. Umumnya logam-logam berat yang terdekomposisi pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi makhluk hidup perairan, tetapi oleh adanya pengaruh kondisi akuatik yang bersifat dinamis seperti perubahan pH, akan menyebabkan logam-logam yang terendapkan dalam sedimen berdifusi ke perairan. Hal inilah yang merupakan bahan pencemar dan akan memberikan sifat toksik terhadap organisme hidup bila ada dalam jumlah yang berlebih.

Secara geokimia logam berat di sedimen digolongkan dalam beberapa fraksi antara lain *easily leachable and freely exchangeable acid reduction, organic oxidation, resistant fraction*. Pembagian fraksi logam berat ini bisa memberikan informasi darimana logam berat yang ada di sedimen serta fraksi logam berat yang *bioavailable* yaitu yang mampu secara langsung terlepas dari sedimen dan mendukung proses biologis di perairan. Distribusi logam berat pada sedimen dipengaruhi oleh ukuran partikel sedimen, karena ukuran partikel mempunyai hubungan dengan kandungan bahan organik sedimen [11]. Pada sedimen kasar, kandungan bahan organik rendah karena partikel yang halus tidak mengendap. Sifat kimiawi sedimen yaitu pH, potensial redoks dan kapasitas tukar kation akan menentukan spesies logam berat. Kedua sifat sedimen ini menentukan kemampuan mobilisasi logam berat dari sedimen ke badan air. Oleh karena itu pada penelitian ini perlu diteliti karakter sedimen tiap sentimeter baik secara fisik maupun kimiawi.

Pada penelitian ini logam yang diamati adalah Cu dan Cd. Secara konvensional, penentuan jenis logam di dalam air didasarkan pada elektrokimia, kromatografi gas dan cairan, dimana terkait dengan lama waktu pemisahan dan diperlukannya beberapa langkah-langkah analisis pendahuluan (*pre-treatment sample*). Selain itu, fraksinasi logam berat hanya dapat dilakukan di laboratorium pada sampel yang telah dikumpulkan dari lapangan sehingga distribusi fraksi logam sering berubah selama pengambilan sampel dan penyimpanan. Oleh karena itu diperlukan teknik fraksinasi logam berat secara *in situ* (di lokasi sampling) untuk mencegah perubahan distribusi fraksi logam berat.

Saat ini telah dikembangkan metode sampling secara *in situ* yang disebut dengan DGT (*Diffusive Gradient in Thin films*). Dengan metode ini logam yang ada dalam air pori sedimen akan berdifusi melalui *diffusive gel* dan akan terakumulasi pada lapisan *binding gel* yang mengandung resin chelex sebagai *binding agent*. Dengan demikian logam tidak akan mengalami perubahan kimiawi, karena akan tersimpan dalam binding gel sampai saatnya di analisa di laboratorium. Teknik DGT hanya fraksi logam yang mudah terlarut dan tertukar (dari fase padat sedimen ke air pori sedimen) yang terukur. Fraksi logam ini berupa ion logam bebas

atau senyawa kompleks logam dengan ukuran molekul yang kecil. Karena fraksinasi logam terjadi secara *in situ* maka sifat kimia fraksi logam yang terakumulasi dalam *binding gel* DGT tidak berubah sampai waktu dianalisa di laboratorium. Keuntungan lain dari teknik DGT dibandingkan teknik konvensional adalah adanya resolusi spasial yang tinggi (resolusi sub-milimeter) sehingga dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi logam berat dalam setiap sentimeter atau milimeter kedalaman sedimen.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis dan sifat sedimen yang terdapat pada sungai, mengetahui karakteristik sedimen dan distribusi konsentrasi Cu dan Cd dalam variasi kedalaman sedimen sungai Brantas, serta menentukan profil konsentrasi Cu dan Cd pada tiap kedalaman sedimen

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan dan Alat

Sampel yang digunakan untuk penelitian ini adalah: sedimen dan air yang diambil dengan menggunakan core dari sungai Brantas Hulu.

Peralatan yang digunakan adalah peralatan DGT yang dilengkapi dengan; Gel Solution untuk pembuatan gel solution, bahan-bahan kimia yang digunakan adalah *acrylamide*, DGT *crosslinker* (DGT *Research Ltd, UK*); Lapisan *diffusive gel* untuk pembuatan gel *diffusif* bahan-bahan kimia yang digunakan adalah ammonium persulfat ((NH₄)₂S₂O₈) 98%, N,N,N',N'-*tetramethylethylenediamine* (TEMED) 99%; lapisan *binding gel* untuk pembuatan lapisan gel binding diperlukan binding agent (chelex-100), ammonium persulfat, TEMED, dan gel solution; lapisan pelindung gel lapisan yang digunakan untuk melindungi lapisan gel *diffusi* adalah membran filter selulosa nitrat dengan ukuran pori 0,45 µm.

Analisis Cd dilakukan dengan menggunakan metode serapan atom, yang diamati dengan spektrofotometer serapan atom (AAS) AA-6200 Shimadzu menggunakan nyala udara-asetilen. Untuk Cd pada panjang gelombang 228,8 nm. Bahan kimia yang digunakan adalah HNO₃ 1 N dan larutan standar.

2.2 Prosedur Penelitian

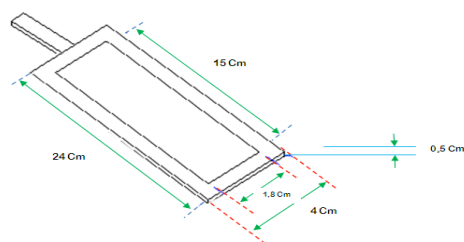
Untuk membuat 100 ml *gel solution*, 15 ml DGT *crosslinker* 2% (DGT *Research Ltd, UK*) ditambahkan pada 47,5 ml akuades sambil dilakukan pengadukan. Setelah itu ditambah dengan 37,5 ml akrilamid 40%, dilakukan pengadukan dengan baik sampai tercampur dengan rata. Selanjutnya *Gel solution* disimpan pada lemari pendingin (4°C) dan bisa di simpan hingga jangka waktu 3 bulan.

Untuk membuat lapisan *diffusive gel*, 10 ml *gel solution* dipipet dan dimasukkan dalam *beaker glass*. Dan ditambahkan 70 µl ammonium persulfat 10%. kemudian ditambah dengan 25 µl TEMED 99%. Setelah tercampur dengan

rata maka larutan siap untuk dicetak. Larutan dipipet dan dimasukkan ke dalam cetakan kaca secara hati-hati (sebelumnya kaca cetakan dan pembatas telah dicuci dengan larutan asam 1% dan kemudian dikeringkan). Diusahakan agar tidak sampai terjadi gelembung udara. Apabila ada gelembung udara, maka gelembung udara harus dihilangkan dengan cara memiring-miringkan cetakan kaca sampai gelembung udara keluar. Larutan dalam cetakan dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan pada suhu 42-46°C selama 1 jam. Selanjutnya gel yang telah jadi dikeluarkan dari cetakan kaca dan direndam dengan menggunakan NaNO_3 0,01-0,1 M selama 24 jam agar terjadi hidrasi. Pada 3 jam pertama, NaNO_3 diganti setiap 1 jam dan selanjutnya diganti tiap 3 jam. Setelah itu gel disimpan dalam larutan NaNO_3 0,01-0,1 M.

Untuk membuat *binding agent*, Diambil 6 gr chelex-100 (berat basah) dengan menggunakan spatula logam dan ditempatkan pada beaker kaca yang steril. Kemudian ditambah dengan 30 ml gel solution. dan dilakukan pengadukan sampai tercampur rata. Setelah tercampur rata, ditambahkan 180 μl ammonium persulfat 10% dan 48 μl TEMED 99%. Campur bahan tersebut dengan baik. Setelah tercampur rata maka larutan siap untuk dicetak. Cetakan yang digunakan adalah cetakan yang terbuat dari kaca dan spencer plastik. Larutan dipipet dan dimasukkan ke dalam cetakan dengan hati-hati. Hindari agar jangan sampai ada gelembung udara. Apabila tampak gelembung udara, maka gelembung udara harus dihilangkan dengan cara memiring-miringkan cetakan kaca sampai gelembung udara hilang. Larutan dalam cetakan dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan pada suhu 42-46°C selama 1 jam. Gel yang telah jadi dari cetakan kaca. Kemudian gel direndam dengan menggunakan akuades selama 24 jam agar terjadi hidrasi. Pada 3 jam pertama, akuades diganti setiap 1 jam dan selanjutnya diganti setiap 3 jam. Setelah itu gel disimpan dalam akuades.

Penelitian ini menggunakan ukuran dari probe DGT yakni 24 x 4 x 0,5 dengan ukuran jendela (bagian yang terbuka) 1,8 x 15 cm, seperti terlihat pada gambar 1.



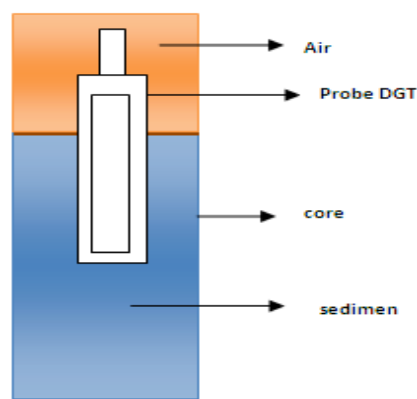
Gambar 1. Ukuran Probe DGT

Selanjutnya masing-masing lapisan gel dipotong (menggunakan pemotong gel) dengan ukuran agak lebih luas dari ukuran jendela probe yang digunakan. Membran filter dipotong lagi dengan ukuran yang sama dengan ukuran gel. Setelah dipotong membran filter selulosa nitrat dibasahi dengan akuades. Penyusunan tiap lapisan gel ini dilakukan saat akan dilakukan proses penancapan pada sedimen. Urutan susunannya yakni sebagai berikut : Di atas lempengan probe bagian belakang diletakkan lapisan *binding gel*. Lapisan *diffusive gel* diletakkan Di atas lapisan gel *binding gel* . Kemudian membran filter di lapisan paling luar untuk melindungi lapisan *diffusive gel*. Setelah itu bagian lempengan probe yang terbuka diletakkan di atas membran filter. Kemudian ditekan bersamaan supaya posisi probe bisa dengan tertutup rapat.

2.3 Sampling Sedimen

Sampling sedimen dilakukan pada 2 lokasi. 9 unit core akan digunakan untuk mengambil sample sedimen pada tiap lokasi. Tiap lokasi dilakukan pengambilan sampel sedimen di 3 titik (A, B, dan C). Pada tiap titik tersebut akan diambil sebanyak 3 core sedimen. 1 core sedimen pada masing-masing titik akan digunakan untuk penancapan DGT. 1 Core berikutnya akan digunakan untuk analisis kandungan Cd pada air pori sedimen dengan cara ekstraksi sedimen. Sedangkan 1 core lainnya akan digunakan untuk analisis karakterisasi sedimen.

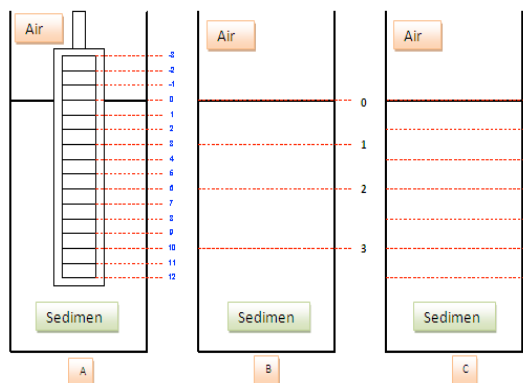
Sebanyak 9 sedimen core digunakan saat pengambilan sample sedimen (gambar 2). 3 core digunakan untuk penancapan probe DGT. Temperatur awal pada saat penancapan dan saat pencabutan harus dicatat. Probe DGT ini ditancapkan pada sedimen selama 14 hari atau 2 minggu untuk mengakumulasi logam Cu dan Cd dari *porewater* sedimen.



Gambar 2. Penancapan pada sedimen

Setelah proses pencabutan probe, peralatan DGT dilepas dan lapisan *binding gel* di potong-potong tiap 1 cm (gambar 3-a), kemudian tiap potongan *binding gel* di elusi dengan HNO_3 1 M. Selanjutnya konsentrasi logam Cd dalam eluat ditentukan secara spektrofotometri. *Slicing*

terhadap sedimen juga dilakukan terhadap 6 sedimen dalam core lainnya. 3 sedimen dalam core di *slicing* dengan ketebalan 3 cm, 3 cm dan 4 cm (gambar 3-b), digunakan untuk analisis Cd dalam ekstrak sedimen. Sedangkan 3 (tiga) sedimen dalam core berikutnya di *slicing* dengan ketebalan 2cm hingga kedalaman 12 cm (gambar 3-c), digunakan untuk analisis karakterisasi sedimen.



Gambar 3 .Slicing Gel dan Sedimen

- Slicing bending gel untuk analisa logam Cu dan Cd
- Slicing sedimen untuk analisa logam Cu dan Cd
- Slicing sedimen untuk karakterisasi sedimen

Penentuan kadar logam Cd ditentukan metode serapan dan di analisa dengan menggunakan AAS (spektrofotometer serapan atom) dengan nyala udara-asetilen pada panjang gelombang 228,8 nm.

Perhitungan Konsentrasi DGT (C_{DGT}) - Massa solute yang terikat pada resin gel dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 4, dimana C_e adalah konsentrasi Cu atau Cd ($\mu\text{g/L}$) didalam eluat, yang dalam hal ini menggunakan 1 M HNO_3 , V_{asam} (ml) adalah volume dari 1 M HNO_3 , V_{gel} (ml) adalah volume dari *binding gel*, dan f_e adalah faktor elusi. Dari massa M (g) yang telah didapatkan, akan dapat dihitung C_{DGT} .

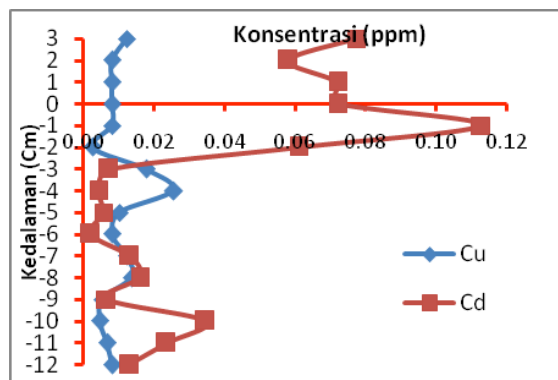
Untuk analisis karakterisasi sedimen, maka dilakukan slicing terhadap 3 sedimen dalam core (masing-masing dari titik A, B dan C) dengan ketebalan irisan adalah 2 cm sampai kedalaman 12 cm. Analisis dilakukan di laboratorium kimia-fisika tanah Universitas Brawijaya, yang meliputi analisa kapasitas tukar kation, bahan organik, pH, potensial redoks, porositas, kadar air dan tekstur sedimen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

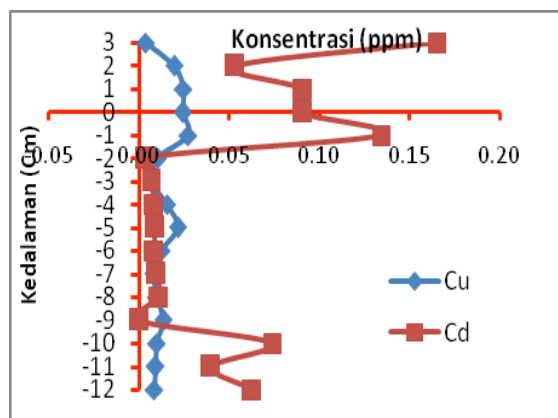
3.1 Distribusi Konsentrasi Cu dan Cd Pada Perangkat DGT tiap kedalaman Sedimen.

Besarnya konsentrasi Cu dan Cd labil yang terlarut dalam air pori sedimen dalam tiap kedalaman sedimen yang terukur dengan

perangkat DGT ditunjukkan melalui Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6. Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa kadar logam berat (Cd dan Cu) dalam sedimen yang ditemukan pada peralatan DGT di lokasi sampling pertama khususnya bagian permukaan sedimen didominasi oleh logam Cd daripada Cu, tapi relatif hampir sama mulai pada kedalaman 3 cm. Pada lokasi I titik A, konsentrasi Cu sedimen berkisar antara 0,0028-0,0256 ppm, Cd sedimen berkisar antara 0,0022 – 0,0775 ppm. Pada titik B, konsentrasi Cu sedimen berkisar antara 0,0035-0,0270 ppm, konsentrasi Cd sedimen berkisar antara 0,0037-0,01652 ppm,. Sedangkan pada titik C, konsentrasi Cu sedimen berkisar antara 0,0256-0,0818 ppm, konsentrasi Cd sedimen berkisar antara 0,1063-0,01446 ppm.



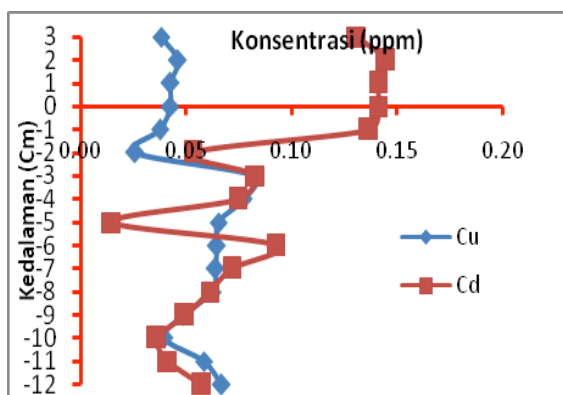
Gambar 4. Profil konsentrasi Cu dan Cd pada perangkat DGT di lokasi I titik A



Gambar 5. Profil konsentrasi Cu dan Cd pada perangkat DGT di lokasi I titik B

Kadar logam berat Cu dalam sedimen di perairan Hulu Sungai Brantas yang paling tinggi pada umumnya ditemukan pada titik C dengan konsentrasi 0,0818 ppm dan titik B dengan konsentrasi 0,0270 ppm. Sedangkan kadar logam berat Cd dalam sedimen di perairan Hulu Sungai Brantas yang paling tinggi pada umumnya ditemukan pada titik B dengan konsentrasi 0,1652 ppm dan titik C dengan konsentrasi 0,1446 ppm seperti yang terlihat pada gambar 5 dan 6. Cukup

tingginya kadar logam berat dalam sedimen di titik tersebut menunjukkan bahwa terjadi akumulasi Cu dan Cd dalam sedimen. Hal ini terlihat dari karakteristik sifat fisika sedimen, komposisi (tekstur) sedimen tersebut yang di dominasi oleh tekstur pasir berlempung dan lempung.



Gambar 6. Profil konsentrasi Cu dan Cd pada perangkat DGT di lokasi I titik C

Sedangkan berdasarkan porositasnya sedimen ini akan banyak mempunyai pori mikro atau tidak *poreus*, sehingga daya pegang terhadap air sangat kuat dan menyebabkan air yang masuk dalam pori terperangkap dan udara sulit masuk, dimana logam akan semakin kuat terikat oleh sedimen tersebut [25]. Kadar logam berat yang didapat cukup tinggi, karena mudah terjadi difusi dari sedimen ke bending gel. Selain itu titik-titik tersebut berada dekat daerah pertanian, yaitu daerah persawahan dan daerah perkebunan dimana di perkirakan logam Cu dan Cd yang terakumulasi di sedimen tersebut berasal dari limbah pertanian lewat proses pemupukan. Dalam bidang pertanian penggunaan pupuk, pestisida herbisida maupun fungisida akan memberikan kontribusi terhadap polusi Cu dan Cd.

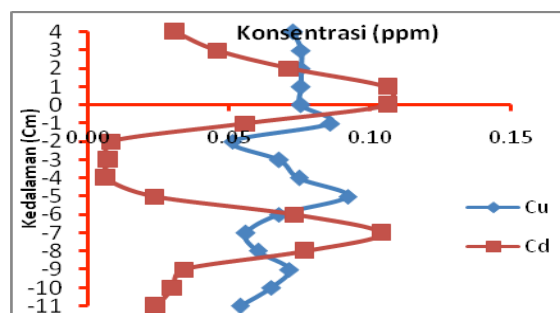
Menurut Reseau National d'Observation kadar normal Cd dalam sedimen yang tidak terkontaminasi berkisar antara 0,1-2,0 ppm dan untuk Cu dalam sedimen yang tidak terkontaminasi adalah 5 ppm [14]. Berdasarkan data tersebut maka dikatakan bahwa sedimen di hulu sungai Brantas di daerah Kepanjen belum tercemar dengan logam berat Cu dan Cd.

Distribusi konsentrasi Cu di tiap kedalaman sedimen pada lokasi I titik A, menunjukkan relatif tetap, sedangkan distribusi konsentrasi Cd menurun dari kedalaman 1 hingga 3 cm kemudian selanjutnya relatif tetap sampai 12 cm. Pada titik B distribusi Cu relatif tetap sampai 12 cm, distribusi Cd cukup tinggi pada permukaan kemudian mulai turun pada kedalaman 2-9 cm dan kembali naik pada 10 cm lalu relatif tetap sampai kedalaman 12 cm. Pada titik C, Cu cenderung tetap hingga kedalaman 2 cm, kemudian meningkat dan relatif tetap kembali pada 3-12 cm, Cd distribusi konsentrasinya menunjukkan kecenderungan penurunan dengan semakin bertambah

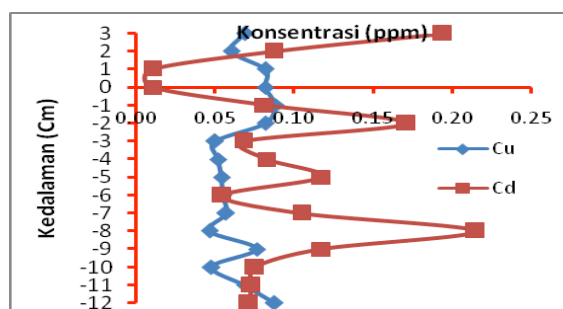
kedalaman, akan tetapi menurun tidak teratur sehingga masih ditemukan peningkatan pada kedalaman tertentu. Pada gambar 4 terlihat bahwa bentuk Cd pada pH 7 bentuknya berbeda-beda seperti CdHCO_3 , Cd^{2+} , CdSO_4 dan CdCO_3 , spesi Cd pada pH 7 adalah Cd^{2+} . Karena pH hampir sama sehingga spesi logam Cu dan Cd kemungkinan hampir sama, dimana spesi Cu pada pH 7 adalah Cu^{2+} .

Hasil analisis di lokasi II diketahui bahwa kadar Cd lebih besar daripada Cu untuk titik C dan B. Pada lokasi II titik A, konsentrasi Cu dalam sedimen antara 0,0513-0,0922 ppm, Cd sedimen antara 0,0066-0,1100 ppm. Pada titik B konsentrasi Cu sedimen 0,0464-0,0880 ppm, Cd sedimen antara 0,0103-0,2147 ppm. Sedangkan pada titik C konsentrasi Cu sedimen antara 0,0257-0,0818 ppm, Cd sedimen antara 0,0775-0,2080 ppm.

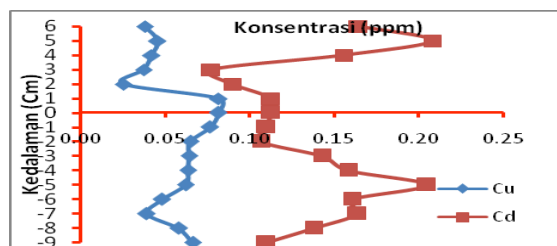
Berdasarkan gambar 7, 8 dan 9, distribusi konsentrasi Cu di tiap kedalaman sedimen pada titik A relatif tetap, sedangkan Cd terdistribusi paling rendah pada kedalaman 2 cm hingga 4 cm.



Gambar 7. Profil konsentrasi Cu dan Cd pada perangkat DGT di lokasi II titik A



Gambar 8. Profil konsentrasi Cu dan Cd pada perangkat DGT di lokasi II titik B

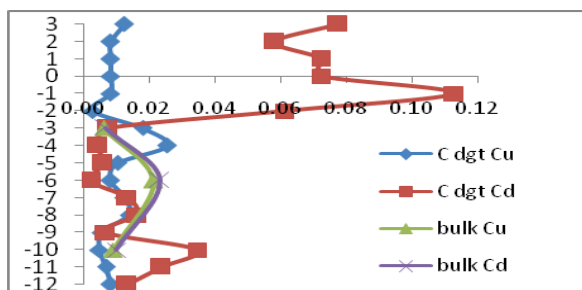


Gambar 9. Profil konsentrasi Cu dan Cd pada perangkat DGT di lokasi II titik C

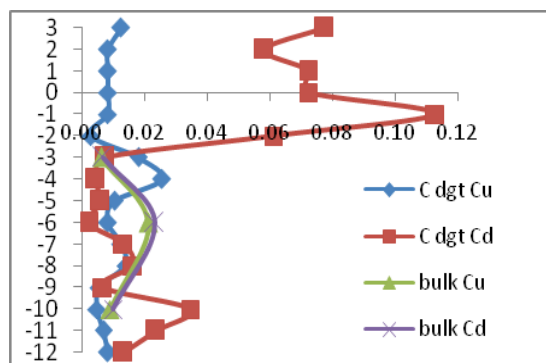
Pada kedalaman lain di atas dan di bawah rentang tersebut, distribusi Cd berfluktuasi. Pada titik B, Cu relatif tetap pada tiap kedalaman, sedangkan distribusi Cd masih tetap fluktuatif seperti pada titik A. Pada titik C, distribusi konsentrasi logam Cu relatif tetap pada tiap kedalaman sedimen, sedangkan untuk Cd distribusinya relatif tetap mulai ketinggian 3 cm di atas permukaan sedimen hingga kedalaman 4 cm di bawah permukaan sedimen, kemudian mengalami peningkatan pada 5 cm dan kembali menurun hingga kedalaman 12 cm. Hampir semua logam berat yang ditemukan pada sedimen pada lokasi kedua di perairan Hulu Sungai Brantas dalam jumlah relatif rendah, dimana ditemukan dalam jumlah sangat kecil, yakni untuk Cu konsentrasi tertinggi adalah 0,0923 ppm sedangkan untuk Cd konsentrasi tertinggi 0,2147 ppm. Tingginya kandungan logam Cu dan Cd dalam sedimen pada lokasi II berkaitan dengan tekstur sedimen yang berada lokasi pengambilan sampel dimana tekstur yang berada pada lokasi tersebut adalah tekstur pasir sehingga sangat mudah terjadi difusi dari sedimen ke bending gel, karena umumnya karakter sedimen yang berupa pasir yang mempunyai pori cukup besar sehingga daya absorpsi terhadap logam rendah[12]. Berdasarkan data tersebut maka dapat dikatakan bahwa sedimen di hulu sungai Brantas daerah Kota Lama belum tercemar dengan logam berat Cu dan Cd.

3.2 Analisa Sifat Sedimen Terhadap Lepasnya Logam Cu dan Cd Dari Pore water Sedimen.

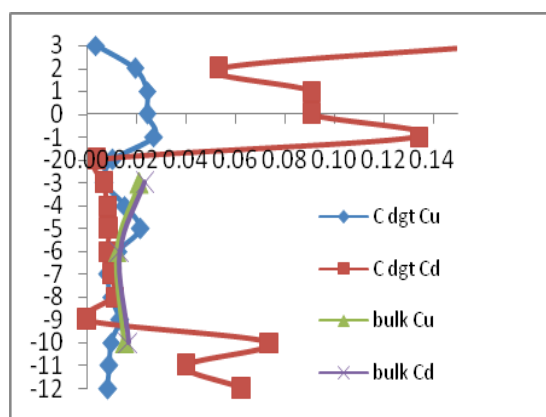
Berdasarkan hasil pengamatan bila dibandingkan antara hasil kandungan C_{DGT} logam Cu dan Cd dengan konsentrasi larutan *bulk* logam Cu dan Cd, rata-rata konsentrasi logam larutan *bulk* logam Cu dan Cd hampir sama dengan C_{DGT} logam Cu dan Cd. Pada lokasi I, baik pada titik A dan B, sedangkan pada titik C terlihat bahwa konsentrasi larutan *bulk* lebih kecil dari C_{DGT} . Kemungkinan ini disebabkan terjadinya pengenceran terhadap larutan *bulk* sedimen pada saat ekstraksi sedimen, dimana larutan *bulk* yang diperoleh tercampur dengan air permukaan sedimen hingga menyebabkan konsentrasi larutan *bulk* menjadi kecil.



Gambar 10. Konsentrasi Cu dan Cd yang terakumulasi dengan perangkat DGT dan konsentrasi Cu dan Cd pada larutan di tiap kedalaman sedimen di lokasi 1-A



Gambar 11. Konsentrasi Cu dan Cd yang terakumulasi dengan perangkat DGT dan konsentrasi Cu dan Cd larutan di tiap kedalaman sedimen di lokasi 1-B



Gambar 12. Konsentrasi Cu dan Cd yang terakumulasi dengan DGT dan konsentrasi Cu dan Cd pada larutan di tiap kedalaman sedimen di lokasi 1-C

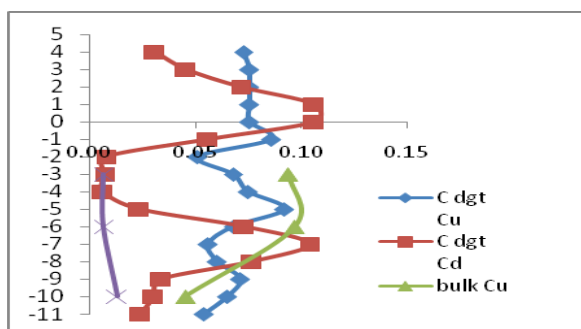
Demikian juga untuk lokasi II, konsentrasi logam Cu dan Cd yang ditentukan dengan menggunakan teknik DGT juga lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi logam Cu dan Cd pada larutan *bulk*. Kemungkinan hal ini terjadi karena kecepatan difusi logam Cu dan Cd dari partikel padat sedimen ke *pore water* sama dengan kecepatan difusi logam Cu dan Cd dari *pore water* ke DGT, tetapi lebih kecilnya konsentrasi logam Cu dan Cd pada larutan *bulk* kemungkinan disebabkan karena telah terjadinya pengenceran terhadap *porewater* sedimen pada saat ekstraksi sedimen, dimana *porewater* yang diperoleh tercampur dengan air permukaan sedimen hingga menyebabkan konsentrasi larutan *bulk* menjadi kecil.

Peristiwa pengukuran konsentrasi solute dalam sedimen dengan metode DGT dipengaruhi oleh sifat sedimen yang menentukan fluks solute dari fase padat ke *pore water* dan dari *pore water* ke prob DGT. Penentuan logam Cu dan Cd pada larutan *bulk* dilakukan dengan menganalisa secara langsung terhadap air pori yang dihasilkan dari ekstrak sedimen. Sedangkan dengan

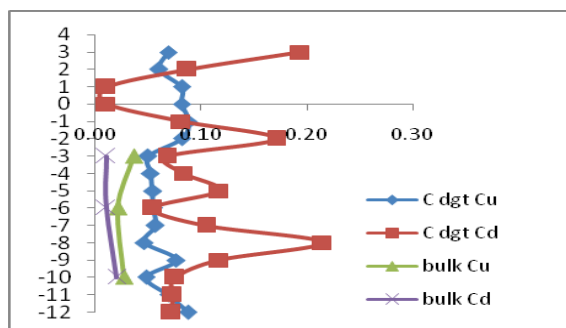
menggunakan teknik DGT ini yang diukur adalah logam Cu dan Cd yang berdifusi dari porewater dan terakumulasi pada perangkat DGT, Logam berat yang terukur dengan teknik DGT adalah logam yang labil, baik berupa ion logam (kation) terlarut dalam pori maupun senyawa kompleks logam yang berukuran lebih kecil daripada ukuran pori gel difusif pada perangkat DGT.

Dari hasil analisa ini dapat disimpulkan kemungkinan sedimen di kedua lokasi penelitian bertipe *Fully Sustained*, dimana padatan sedimen mampu mensuplai solute kedalam air pori sehingga fluk solute ke pore water sama dengan fluk solute dari pore water ke prob DGT. Hal ini karena kecepatan difusi solute dari partikel padat sedimen ke pore water sama dengan kecepatan difusi solut dari pore wate ke prob DGT.

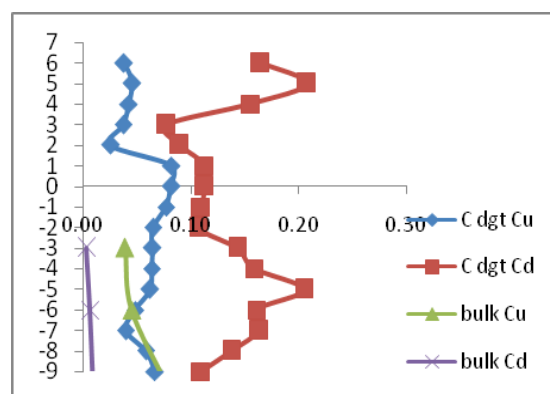
Berbagai macam masukan logam Cu dan Cd yang berasal dari daratan, seperti limbah pertanian dan limbah rumah tangga akan turut menyumbang ketersediaan logam Cu dan Cd di perairan sungai Brantas ini. Sehingga, dengan adanya ketersediaan logam Cu dan Cd di dalam sedimen ini, maka sedimen Sungai Brantas ini dapat berperan sebagai wadah atau penampung dan sumber terlepasnya logam Cu dan Cd ke perairan, dimana terlepasnya logam Cu dan Cd ke *water column* tergantung pada kondisi jenis sedimen.



Gambar 13. Konsentrasi Cu dan Cd yang terakumulasi dengan DGT dan konsentrasi Cu dan Cd pada larutan ruah di tiap kedalaman sedimen di lokasi 2-A



Gambar 14. Konsentrasi Cu dan Cd yang terakumulasi dengan DGT dan konsentrasi Cu dan Cd pada larutan ruah di tiap kedalaman sedimen di lokasi 2-B



Gambar 15. Konsentrasi Cu dan Cd yang terakumulasi dengan DGT dan konsentrasi Cu dan Cd pada larutan ruah di tiap kedalaman sedimen di lokasi 2-C

4. KESIMPULAN

Dalam lingkungan perairan, khususnya sungai, senyawa anorganik seperti Logam Cu dan Cd dapat ditemukan dalam sedimen maupun air. Keberadaan senyawa ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu, pH, konduktivitas, dan jumlah oksigen terlarut (DO). Selain itu, berbagai karakter sedimen juga mempengaruhi difusi senyawa tersebut dari sedimen ke air permukaan. Hal ini berlaku juga pada Sungai Brantas Hulu, yang mengandung sedimen dalam jumlah yang cukup besar. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah: Sedimen pada lokasi I dan II terkarakterisasi sebagai sedimen klas pasir berlempung. Konsentrasi logam Cu dan Cd pada lokasi II lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi I. Konsentrasi logam Cu dalam sedimen berkisar antara 0,0028-0,0922 ppm, dan konsentrasi logam Cd dalam sedimen berkisar 0,0022-0,2147 ppm.

Sedimen Sungai Brantas pada kedua lokasi penelitian dapat digolongkan pada jenis *fully sustained* dimana Sedimen tipe ini mampu mensuplai *solute* kedalam air pori sehingga fluks *solute* ke *pore water* seperti fluks *solute* dari *pore water* ke probe DGT. Hal ini karena kecepatan difusi solute dari partikel padat sedimen ke *pore water* adalah sama dengan kecepatan difusi *solute* dari *pore water* ke probe DGT.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alberta Z and Sachio Y, (1972), A pH-Dependent Model For The Chemical Speciation Of Copper, Zinc, Cadmium, And Lead In Seawater, Marine Environment Division, Naval Undersea Center, San Diego, California
2. Ardi Afriansyah, (2009), *Konsentrasi Kadmium (cd) dan Cembaga (Cu), Dalam Air, Seston, Kerang dan Fraksinya Dalam Sedimen di Perairan Delta Berau Kalimantan Timur*, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB Bogor
3. Buchanan, J.B. (1984), *Sediment Analysis*: Holme, N.A and Mc Intyre, A.D. Editor. Method For Study of Marine Benthos. Blackwell Scientific Publications.

4. Buffle, J., Horvai, G., *In situ Monitoring of Aquatic Systems*, Vol. 6, John Wiley & Sons, LTD
5. Burton, G.A. Jr, R Baudo, M Beltrami & Rowland, C., (2001). *Assesing Sediments contamination using six toxicity assays*, Journal of Limnologi 60(2):263-267
6. Burton, G.A & Landrum, P.F. (2003). *Toxicity of sediment and Sedimentary Rocks* G.V. Middleton, M.J. Church, M. Corigilo, L.A Hardie and F.J. Longstaff (Eds). Kluwer Academic Publisher, Dordrecht,
7. Bryan, G.W. (1976). *Heavy Metal Contamination in the Sea dalam* R. Johnson (Ed). Marine Pollution. London Academic Press.
8. Clark, R.B. 1986, *Marine Pollution*. Claredon Press, Oxford
9. Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI Press. Jakarta.
10. Deny Juanda, (2010). *Hidrogeologi Umum*, ITB Bandung
11. Enco S. (2010). *Peranan Sedimen Sungai Brantas Hulu Sebagai Inlet Waduk Karangates Dalam Daur Geokimia Logam Berat Pb, Cu dan Zn*. FMIPA Universitas Brawijaya Malang
12. Endang Rochyatun, (2007). *Pemantauan Kadar Logam Berat Dalam Sedimen di Perairan Teluk Jakarta*, LIPI, Jakarta
13. Everaarts JM. (1989). *Heavy metals (Cu, Zn, Pb, dan Cd) in sediment of the Java Sea, estuarine, and coastal areas of East Java and some deep-sea areas*. Netherland Journal of Sea Research 23: 403-413.
14. Fasmi. A. 2009. *Tingkat Pencemaran Logam Berat Dalam Air Laut dan Sedimen di Perairan Pulau Muna, Kabaena dan Buton Sulawesi Tenggara*, Pusat oseanografi LIPI, Maluku Utara Indonesia
15. Fortsner, U. and G.T.W. Wittman. 1983. *Metal Pollution in Aquatic Enviroment*. New York.
16. Henggar Hardiani, (2009). *Potensi Tanaman dalam Mengakumulasi Logam Cu pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas*. Balai Besar Pulp dan Kertas, Bandung
17. Hooda, S.P, Zhang, H., *DGT Measurement To Predict Metal Bioavailability In Soil*, (2008), Elsevier
18. Hutagalung, H.P. (1991). *Pencemaran Laut Oleh Logam Berat. Dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*. P30-LIPI. Jakarta.
19. Hutagalung, H.P., D. Setiapermana., SH. Riyono. (1997). *Metode Analisa Air Laut, Sediment Dan Biota*. Buku kedua. Jakarta P30-LIPI. 182: 59-77.
20. Johan Gelting, 2006. *Trace Metal Speciation in the Baltic Sea* Luleå University of Technology Department of Chemical Engineering and Geosciences Division of Applied Geology
21. Levinton, J. F. (1982). *Marine Ecology*. New Jersey Prentice-Hall Inc. Englewood Cliff.
22. Manahan, S. E., (1994), *Environmental Chemistry*, Sixth Edition, Lewis Publishers, United State of America
23. Marganof, (2003), *Potensi Limbah Udang Sebagai Penyerap Logam Berat (Tinbal, Kadmim, Dan Tembaga) Di Perairan*, Program Pasca Sarjana / S3 Institut Pertanian Bogor Desember
24. Novawk Bernd, Sandra Koehler, And Rainer Schulin, *Use of Diffusive Gradients in Thin Films (DGT) in Undisturbed Field Soils*, Institute of Terrestrial Ecology, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Grabenstrasse 3, CH-8952 Schlieren, Switzerland
25. Palar, H., 2008, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta
26. Ramlal, P.S. (1987). *Mercury Methylation Dimethylation Studies At Southern India*
27. Lake. Canada Minister Of Supply And Service.
28. Supriyanto C, Samin, Zainul K, *Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu, dan Cd pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Serapan Atom (SSA)*. Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan Jl. Babarsari Kotak Pos 1008 D.I. Yogyakarta
29. Vogel, (1994), *Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*, Alih Bahasa: DR.A.Hadyana Pudjaatmaka, Ir.L.Setiono.