



LAPORAN AKHIR

FRAKSINASI GEOKIMIAWI LOGAM BERAT PADA SEDIMEN
PERAIRAN PANTAI SEMARANG

*Geochemical Fractionation of Heavy Metals on Sediments of Semarang Coastal
Waters*

PENELITIAN DOSEN MUDA

Oleh:

1. Dra. Noverita Dian Takarina, M.Sc.
2. Drs. Tonny Bachtiar, M.Sc.

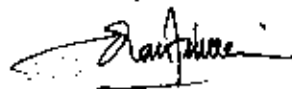
Biaya oleh Bagian Proyek Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia,
Dengan Surat Perjanjian Nomor: 016/LIT/BPPK-SDM/III/2001
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional,
Tahun Anggaran 2001.

PUSAT KAJIAN PESISIR DAN LAUT TROPIS
LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
November, 2001

HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN DOSEN MUDA

1. a. Judul Penelitian : Fraksinasi Geokimiawi Logam Berat Pada Sedimen Perairan Pantai Semarang
b. Bidang Ilmu : MIPA
c. Kategori : I (Pengembangan Ilmu Pengetahuan , Teknologi dan Seni)
2. Ketua Peneliti
a. Nama Lengkap : Dra. Noverita Dian Takarina, M.Sc.
b. Jenis Kelamin : Wanita
c. Golongan dan NIP : III B, NIP 131 958 800
d. Jab.Fungsional : Asisten Ahli
e. Fak./ Jurusan : MIPA/ Biologi
f. Pusat Penelitian : Pusat Kajian Pesisir dan Laut Tropis (PKPLT) Lembaga Penelitian UNDIP
3. Jumlah Tim Penelitian : 1 orang
a. Nama Anggota Peneliti : Drs. Tommy Bachtiar, M.Sc.
4. Lokasi Penelitian : Perairan Pantai Semarang
5. Kerjasama dengan Institusi lain : -
6. Lama Penelitian : 10 bulan
7. Biaya yang diperlukan :
a. Sumber dari Depdikbud : Rp. 5.000.000,-
b. Sumber lain : -
Jumlah : Rp 5.000.000,-
(Lima Juta Rupiah)

Semarang, 26 September 2001
Ketua Penelitian



Dra. Noverita Dian Takarina, M.Sc.
NIP. 131 962 228

Mengetahui:
Ketua Pusat Kajian
Pesisir dan Laut Tropis

Kudhi Liribadi
NIP. 131 962 240

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Diponegoro

Prof. Dr. Ir. Ign. Riwanto, Sp.BD
NIP. 130 529 454

RINGKASAN

Sedimen berperan penting dalam monitoring kualitas air disebabkan karena sedimen sebagai penampung bahan pencemar dan berpotensi membebaskan kontaminan ke kolom air dengan merubah kondisi fisika kimiawi (Salomons and Forstner, 1984). Studi mengenai kontaminasi logam berat pada sedimen untuk memonitor pencemaran industri seringkali tergantung pada analisa kandungan logam berat total, tetapi informasi pada konsentrasi total tidak cukup untuk mengetahui tingkah laku trace logam di lingkungan karena hanya fraksi tertentu saja dari logam total yang tersedia untuk proses biologi dan diagenetik (Groot *et al.*, 1982; Martin *et al.*, 1987; Tack and Verloo, 1995). Uji kontaminasi logam berat di lingkungan perairan pantai yang berdasarkan kandungan logam total tidak dapat membedakan trace logam "lithogenic" yang kurang tersedia ("not-available") bagi biota laut, jika dibandingkan "anthropogenic effects" dalam fraksi labil ("non-lithogenic") yang "bioavailable" bagi biota.

Studi ini mempelajari kontaminasi logam berat dalam sedimen yang dikoleksi dari perairan pantai Semarang dengan menggunakan prosedur ekstraksi bertahap ("sequential extraction"). Tujuan studi ini adalah untuk mengetahui kandungan total dan persentase tiap fraksi geokimiawi ("exchangeable", "Easily Reducible Fraction", "Fe-Mn Fraction", "Organically Bound Fraction", dan "Residual Fraction") dari logam berat Cu, Cd, Cr, Pb, dan Zn.

Sembilan subsample sedimen diambil Juni 2001. Sampel diambil dari 2 stasiun dari Kolam pelabuhan Tanjung Mas dan satu dari Jepara. Dalam 24 jam sampel dikeringkan pada suhu 105 ° C dan disimpan dalam botol sampel yang sudah dicuci dengan larutan asam. Setelah itu sampel siap dianalisis kandungan total dan fraksi geokimiawinya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam tertinggi Cu, Cr, Pb, dan Zn ditemukan di stasiun Dermaga (DMG). Konsentrasi di kedua stasiun lainnya relatif tinggi dan kesemuanya melebihi ambang batas untuk sedimen, kecuali logam Cd yang masih di bawah ambang batas. Sedangkan pada fraksi geokimiawi logam-logam menunjukkan bahwa fraksi labil (F1-F3) dan fraksi organik (F4) mendominasi logam Cd di ketiga stasiun (PLB, DMG, dan JEP) masing-masing 80 %, 78 %, dan 80 %, fraksi tersebut juga mendominasi logam Pb yaitu masing-masing 60 %, 83 %, dan 53 %. Untuk logam Cu dan Zn di lokasi DMG, fraksi labil mendominasi pula yaitu masing-masing 100 % dan 90 %. Adapun logam Cr didominasi oleh fraksi "lithogenic". Berdasarkan hasil fraksinasi yang telah dilakukan terlihat bahwa adanya aktivitas manusia ("anthropogenic effects") ke lingkungan yang ditandai oleh besarnya fraksi labil.

SUMMARY

Sediment plays a crucial role in water quality due to its role as a sink for pollutants and the potential later release of these contaminants to the water column with changes in physicochemical conditions (Salomons and Forstner, 1984). Studies of the trace metal contamination of sediments to monitor industrial pollution often rely on the analysis of total metal content, but information on total concentration is not sufficient for an understanding of the environmental behaviour of trace metals as only fraction of the total metal is bioavailable for biological or diagenetic processes (Groot *et.al.*, 1982; Martin *et.al.*, 1987; Tack and Verloo, 1995). Assessment of heavy metal contamination of the coastal environment based solely on total metal content also poses the difficult problems to regulators of distinguishing between background lithogenic trace metal which relatively unavailable to marine biota, versus anthropogenic increases in labile trace metals of greater availability to biota.

This study examines heavy metal contamination in sediment collected from area of coastal waters of Semarang using a sequential extraction procedure. The purpose of the study was to know the content of total metals (Cu, Cd, Cr, Pb, and Zn) concentration and to know the percentage of each fraction of those heavy metals in sediment which are "Exchangeable Fraction", "Easily Reducible Fraction", "Fe-Mn Oxides", "Organically Bound Fraction", and "Residual Fraction".

A total of 3 sediment samples were collected in June 2001. 2 Samples were collected from Tanjung Mas Harbour (PLB), Port (DMG) and one from Jepara (JEP). Within 24 hours collection, samples were dried at 105 ° C and stored in acid washed samples bottles.

The results showed that the total trace metal concentrations were found highest at Port station which for Cu : 106 ppm; Cr : 99,8 ppm ; Pb : 74,2 ppm; Zn : 236 ppm. The geochemical fractionation showed that labile fraction (F1-F3) and organic fraction (F4) dominate Cd in three station (PLB, DMG, JEP) which are 80 %, 78, and 80 %, respectively. These fraction also dominate Pb which are 60 %, 83 %, and 53 %. While for Cu and Zn at DMG station , labile fraction also dominant, which are 100% and 90 %, respectively. Cr was dominated by "Lithogenic fraction". Based on fractionation results, it seems that there were anthropogenic factor (human activities) to the environment, marked by the big portion of labile fraction.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir penelitian ini yang dibiayai oleh Proyek Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia, Direktorat Pembinaan Sarana Akademis, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional.

Dengan tersusunnya laporan ini, tidak lupa penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Rudhi Pribadi, sebagai Ketua Pusat Kajian Pesisir dan Laut Tropis
2. Drs. Koen Praseno M.Si., sebagai Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNDIP
3. Bapak Ibu staf dan teknisi Laboratorium Biologi dan Kimia FMIPA UNDIP Semarang dan LAKFIP UGM Yogyakarta
4. Segenap rekan yang telah membantu terselesaikannya penelitian dan penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari dengan segala keterbatasan yang ada, penyusunan laporan ini belum sepenuhnya sempurna, maka kami mohon kritik dan saran untuk lebih baiknya tulisan ini. Selanjutnya, penulis berharap mudah-mudahan laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Semarang, September 2001

Penulis

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data parameter lingkungan meliputi kedalaman, padatan tersuspensi (SPM), salinitas, DO, BOD di Pelabuhan (PLB), Dermaga (DMG), dan Jepara (JEP)

Tabel 2. Konsentrasi logam berat total dan fraksi geokimiawi dari sedimen

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi dan Pengambilan Titik Sampel

Gambar 2.1. Konsentrasi logam berat Cu pada tiap fraksi (ppm)
2.2. Konsentrasi logam berat Cd pada tiap fraksi (ppm)
2.3. Konsentrasi logam berat Cr pada tiap fraksi (ppm)
2.4. Konsentrasi logam berat Pb pada tiap fraksi (ppm)
2.5. Konsentrasi logam berat Zn pada tiap fraksi (ppm)

Gambar 3.1. Kontribusi logam berat Cu pada tiap fraksi (%)
3.2. Kontribusi logam berat Cd pada tiap fraksi (%)
3.3. Kontribusi logam berat Cr pada tiap fraksi (%)
3.4. Kontribusi logam berat Pb pada tiap fraksi (%)
3.5. Kontribusi logam berat Zn pada tiap fraksi (%)

DAFTAR LAMPIRAN

1. Personalia Tenaga Peneliti beserta kualifikasinya
2. Riwayat Hidup Ketua dan Anggota Peneliti

FRAKSINASI GEOKIMIWI LOGAM BERAT PADA SEDIMEN PERAIRAN PANTAI SEMARANG

Geochemical Fractionation of Heavy Metals on Sediments of Semarang Coastal Waters

I. PENDAHULUAN

Sedimen mempunyai peran penting sebagai tempat tertampungnya polutan/logam berat yang dibuang ke lingkungan. Terlepasnya polutan ke kolom air selanjutnya akan mengubah kondisi fisik dan kimiawi perairan (Salomon dan Forstner, 1984). Di negara-negara Asia Tenggara termasuk Indonesia, Thailand, Philipina, dan lain sebagainya, sangat sedikit informasi mengenai kandungan logam berat atau unsur-unsur logam di dalam sedimen laut terutama tingkah laku (*behaviour*), spesiasi/fraksinasinya di dalam lingkungan. Selain itu, cara/mekanisme yang bagaimana sehingga mereka terikat pada sedimen, atau seberapa mudah mereka akan terlepas ke dalam lingkungan belum banyak diteliti (Hungspreugs, 1988).

Semarang merupakan salah satu kota di Indonesia yang mengalami perkembangan industri yang sangat cepat dengan perluasan dermaga laut/pelabuhan dan zona perkembangan industri. Tempo dulu, pelabuhan Semarang adalah berupa sungai kecil yang menjadi urat nadi pengangkutan barang-barang dengan perahu dari dan ke kapal samudera yang berlabuh di lepas pantai. Untuk memenuhi tuntutan perkembangan kota, perdagangan, dan industri, dibuatlah rencana pengembangan pelabuhan yang pembangunannya dimulai menjelang akhir abad 19. Sejak saat itu arus kapal dan barang yang melalui pelabuhan Semarang semakin meningkat setiap tahun. Peningkatan jumlah industri dan perdagangan akan menambah beban cemaran ke dalam perairan pelabuhan. Beberapa industri tersebut menggunakan logam berat dalam proses produksinya (Bapedal, 1994) dan lalu lintas perdagangan seperti kapal laut untuk bongkar muat serta kapal nelayan memungkinkan bertambahnya kandungan logam berat Pb yang berasal dari bahan bakar yang digunakan (Salomon dan Forstner, 1984).

Berdasarkan monitoring logam berat oleh beberapa peneliti pada tahun 1984/1985 dan 1986/1987, diperoleh bukti bahwa perairan pantai Semarang telah

terkontaminasi oleh logam berat, walaupun konsentrasi yang ditemukan pada air, sedimen, dan biota masih relatif rendah. Kandungan logam berat yang tertinggi terdapat pada sedimen, kemudian diikuti biota dan selanjutnya pada air (Darmojo, 1984/1985; 1986/1987) dalam Supriharyono, 1988. Sedangkan menurut Takarina (1996), sedimen laut yang berdekatan dengan muara sungai Banjir kanal Barat dan Babon mengandung fraksi labil, (berasal dari *anthropogenic factor*) dari logam berat Cd dan Pb: 50 %, serta Cr dan Cu: < 40 %.

Menurut O'Neil (1985), logam berat seperti Cu dan Zn berperan penting dalam metabolisme organisme. Akan tetapi, jumlah yang berlebihan dari logam-logam tersebut akan menyebabkan keracunan (toksikasi) pada organisme/biota dan manusia. Cr³⁺ merupakan elemen /usur yang esensial, namun Cr⁶⁺ adalah sangat toksik. Sedangkan Pb dalam akumulasinya pada anak-anak akan menyebabkan kemunduran mental (*mental retardation*). Pengetahuan mengenai asal dan tingkah laku (*behaviour*) dari elemen/ unsur tersebut membutuhkan alat/metode analisa yang terpercaya.

Untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kandungan logam dan untuk memperkirakan kemungkinan adanya evolusi pada sistem alam, serta untuk mengetahui kemungkinan efek yang ditimbulkan pada kesehatan manusia, maka diperlukan informasi yang tepat mengenai keberadaan unsur logam berat dan fraksinasinya di alam terutama dalam sedimen. Dengan demikian, tepat jika sedimen digunakan sebagai medium untuk menilai kualitas lingkungan. Hal ini dikarenakan sedimen dapat menggambarkan dan mengintegrasikan masukan bahan-bahan pencemar ke dalam lingkungan laut yang memungkinkan sumber pencemar tersebut dapat diidentifikasi (ICES, 1989).

II. TINJAUAN PUSTAKA

Supriharyono (1989) menyatakan bahwa daerah/zona pantai di Semarang pada umumnya dapat dikategorikan sebagai daerah dengan tingkat pencemaran skala sedang sampai dengan skala berat. Sebagian besar dari daerah tersebut tidak dapat memenuhi persyaratan kualitas air untuk perikanan dan budidaya air yang lain (*aquaculture*). Kandungan logam berat dalam sedimen cukup tinggi, seperti Cu berkisar antara $26,761 \pm 5,731$ ppm, Cr berkisar $2,083 \pm 1,406$ ppm, dan Pb