

LAPORAN PENELITIAN
HIBAH BERSAING PERGURUAN TINGGI
TAHUN ANGGARAN 1998/1999



**METODE BIOMONITORING :
DIATOM SEBAGAI BIOINDIKATOR DALAM
MENENTUKAN TINGKAT KUALITAS PERAIRAN**

Ketua Peneliti:
Dra. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.App.Sc.

DIBIYAI OLEH PROYEK PENGKAJIAN DAN PENELITIAN ILMU PENGETAHUAN TERAPAN
SESUAI DENGAN SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN HIBAH BERSAING NO.
65/P2IPT/DPPM/98/PHB VII/1/V/1998, DIREKTORAT PEMBINAAN PENELITIAN DAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI,
DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
1999

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN

Judul penelitian : Metode biomonitoring : Diatom sebagai bioindikator dalam menentukan tingkat kualitas perairan.

Ketua Peneliti

Nama : Dra. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.App.Sc.
 Jenis kelamin : Wanita
 Pangkat/Gol : Penata Muda Tk I/IIIB
 NIP : 131 835 920
 Bidang keahlian : Protista
 Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi,
 Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro Semarang
 Kampus MIPA-UNDIP Tembalang, Semarang.
 Telpon: (024) 474754

Tim peneliti

No	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan
1.	Drs.Hendarko Sugondo, MS.	Ekologi Perairan	FMIPA, Jurusan Biologi UNDIP
2.	Dr. Drs. I. Boedi Hendrarto, M.Sc.	Planktonologi (Diatom epipelik)	LPWP-Jepara, F PIK Jurusan Perikanan, UNDIP
3.	Ir. Indro Sumantri, MEng.	Kimia air	FT, Jurusan T.Kimia, UNDIP
4.	Ir. Budianto Toha, M.Sc.	Sedimentologi/ Stratigrafi	FT, Jurusan Geologi, UGM

Pendanaan dan jangka waktu penelitian:

Jangka waktu penelitian yang diusulkan: 2 (dua) tahun

Biaya total yang diusulkan : Rp. 75.000.000,- (tujuh puluh lima juta rupiah)

Biaya yang disetujui tahun 1998/1999 : Rp. 35.000.000,- (tiga puluh lima juta rupiah)



Semarang, 15 Januari 1999
 Ketua Peneliti

Dra. Tri Retnaningsih S., M.App.Sc.
 NIP : 131 835 920



RINGKASAN

METODE BIOMONITORING: DIATOM SEBAGAI BIOINDIKATOR DALAM MENENTUKAN KUALITAS PERAIRAN. Tri Retnaningsih Soeprbowati¹, Hendarko Sugondo¹, I. Boedi Hendrarto², Indro Sumantri³, Budiyanto Toha⁴ (1999: 36 halaman).

Metode biomonitoring pencemaran perairan berupa kandungan faecal coli, dan indeks keanekaan dan perataan dari benthos dan plankton yang selama ini dipergunakan sebenarnya mempunyai beberapa kelemahan. *Escherichia coli* hanya mengindikasikan pencemaran yang disebabkan oleh faecal coli, benthos tidak dapat hidup pada sembarang substrat, sedangkan fitoplankton hidupnya mengapung sehingga populasinya sangat dipengaruhi oleh arus. Untuk itu perlu dikaji metode baru yang lebih mampu merekam kondisi perairan setempat. Diatom epipelik memiliki karakteristik yang potensial untuk dijadikan bioindikator pencemaran karena mengakumulasi komponen fisik-kimia perairan dan mampu menampakkan respon terhadap lingkungan tempat hidupnya dalam waktu yang relatif singkat. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mencari alternatif baru untuk menghasilkan metode biomonitoring (berupa species-species indeks dari diatom) yang lebih signifikan, efektif dan efisien dalam monitoring perairan dengan mempelajari karakteristik diatom pada substrat sedimen dalam perubahan waktu di perairan yang tercemar dan yang relatif belum tercemar.

Untuk itu maka dilakukan pengambilan sampel pada tujuh sungai di daerah PANTURA Jawa Tengah, meliputi Sungai Karanggeneng - Rembang, Juana - Pati, Banjir Kanal Timur - Semarang, Banjir Kanal Barat - Semarang, Banger - Pekalongan, Pekalongan - Pekalongan dan Gung - Tegal. Sampel sedimen diambil dengan menggunakan core barrel yang sudah dimodifikasi dengan pralon pada ketujuh sungai tersebut setebal 20 cm. Pengukuran parameter temperatur, DO, pH, salinitas dan turbiditas dilakukan secara *in-situ* pada saat pengambilan sampel. Analisis sampel air dan sedimen meliputi total nitrogen dan fosfor tersedia, silika, Cu, Cr dan Cd.

Ekstraksi, preparasi dan identifikasi diatom dilakukan berdasarkan metode Wetzel & Likens (1991) dan Round (1993).

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan paket program PRIMER versi 4.0 yang dikeluarkan oleh Plymouth Marine Laboratory, United Kingdom (Carr, 1997). Analisis Cluster dilakukan untuk mendapatkan peta pengelompokan dan analisis SIMPER dilakukan untuk menentukan diatom yang paling berperan dalam pembentukan kelompok (Clarke & Warwick, 1994).

Tujuh sungai yang dijadikan lokasi penelitian dapat dibagi dalam 3 kelompok berdasarkan sifat fisik kimia air, sedimen dan komunitas diatom: Kelompok I terdiri dari Sungai Gung dan Banger, Kelompok II tersusun oleh Sungai Karanggeneng dan Pekalongan dan Kelompok III oleh tersusun sungai Juana, Banjir Kanal Barat dan Timur. Jenis yang paling berperan dalam pengelompokan tersebut adalah: *Synedra ulna*, *Nitzschia palea*, *Fragillaria cappucina* dan *Nitzschia sigmoidea*. Jenis-jenis tersebut berpotensi untuk dijadikan bioindikator dalam kegiatan monitoring perairan sungai di Indonesia.

1. Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Diponegoro Semarang
2. Jurusan Perikanan, F Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Semarang
3. Jurusan Teknik Kimia, FT Universitas Diponegoro Semarang
4. Jurusan Geologi, FT Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Dibiayai oleh Proyek Pengkajian dan Penelitian Ilmu Pengetahuan Terapan sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing No: 65/P2IPT/DPPM/98/PHBVII/1/V/1998. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

SUMMARY

BIOMONITORING METHOD: DIATOM AS BIOINDIKATOR OF WATER QUALITY. Tri Retnaningsih Soeprbowati¹, Hendarko Sugondo¹, I. Boedi Hendarto², Indro Sumantri³, Budiyanto Toha⁴ (1999: 36 pages).

Biomonitoring methods for water quality, such as coli form content, diversity and evenness indices of macrobenthic invertebrates and plankton which are used, actually have some weaknesses. *Escherichia coli* only indicated pollution caused by faecal coli; macrobenthic invertebrates have not ability to live in all substratum, whereas the population of phytoplankton are affected by current as they are floating in the surface water. Therefore, the method which are more effective have to be developed. Epipellic diatoms have potential characteristics as bioindicator of water quality because have ability to accumulate physico-chemical component of aquatic ecosystem and respond it immediately.

This research is conducted in order to find out a new alternative of biomonitoring method (: species indices of diatoms) which are more significant, effective and efficient. The objectives of this research in the first year are to find out variability diatoms in variability environment, determine physico-chemical parameters which support diatom abundance, determine water quality map based on diatoms and determines the species which responsible to the grouping.

Sediment samples were taken from 7 rivers in the Northern Coast of Central Java (called PANTURA): Karanggeneng-Rembang, Juana-Pati, Banjir Kanal Timur-Semarang, Banjir Kanal Barat-Semarang, Banger-Pekalongan, Pekalongan-Pekalongan and Gung-Tegal. Temperature, dissolved oxygen, salinity, pH and turbidity were measure *in-situ*. Analysis of water and sediment samples include total nitrogen, total phosphorous, silica, heavy metals of Cu, Cr and Cd. Extraction, preparation and identification of diatoms were followed Wetzel & Likens (1991) and Round (1993). The data were then analysed using PRIMER package programme version 4.0 which is produced by Plymouth Marine Laboratory, United Kingdom

(Carr, 1997). The analysis of Cluster was done to make grouping and SIMPER to determine responsible species (Clarke & Warwick, 1994).

Based on water, sediment quality and diatom community, 7 rivers in PANTURA could be divided into 3 groups: Group I, consisted of Gung and Banger Rivers, Group II of Karanggeneng and Pekalongan Rivers and Group III of Juana, Banjir Kanal Barat and Banjir Kanal Timur Rivers. *Synedra ulna*, *Nitzschia palea*, *Fragillaria cappucina* and *Nitzschia sigmaidea* responsible for those grouping and are therefore could be promoted as bioindicator of water quality in the Indonesian river. Research still should be developed, especially for diatoms in the bottom layer of sediment samples to reconstruct ecological condition in the past and to predict the condition in the future.

1. Dept. Biology, Faculty of Mathematic and natural Sciences, Diponegoro University, Semarang
2. Dept. Fisheries, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Diponegoro University, Semarang
3. Dept. Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Diponegoro University, Semarang
4. Dept. Geology, Faculty of Engineering, Gadjah Mada University, Yogyakarta

Had been funding by Research of Applied Sciences Project with the contract number of 65/P2IPT/DPPM/98/PHBVII/1/V/1998 Directorate of Research and Public Service Creation, Directorate General of Higher Education, Department of Education and Culture.

KATA PENGANTAR

Salah satu kegiatan monitoring kualitas perairan dilakukan dengan menggunakan organisme, untuk mendeteksi efek sinergisme dari bahan pencemar yang tidak terdeteksi secara kimiawi. Laporan ini menyuguhkan satu alternatif baru dalam kegiatan biomonitoring yaitu pemanfaatan diatom (epipelik) sebagai bioindikator kualitas perairan.

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada BAPPENAS yang telah mendanai penelitian ini melalui Proyek Pengkajian dan Penelitian Ilmu Pengetahuan Terapan sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing; Nomor : 65/P2IPT/DPPM/98/PHB VII/1/V/1998, Tanggal 20 Mei 1998. Dengan bantuan dana tersebut, maka penelitian ini dilaksanakan di 7 sungai di daerah pantai utara (PANTURA) Jawa Tengah, mengingat adanya indikasi semakin menurunnya kualitas air sungai yang pada gilirannya sangat menentukan kesehatan warga Jawa Tengah.

Semoga laporan ini dapat memberikan satu alternatif baru dalam kegiatan monitoring kualitas perairan, meskipun kajian-kajian yang lebih mendalam masih sangat diperlukan.

Semarang, 15 Januari 1999

Ketua tim peneliti,

Dra. Tri Retnaningsih Soeprbowati, M.App.Sc.

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Halaman pengesahan	ii
Ringkasan	iii
Summary	v
Kata Pengantar	vii
Daftar isi	viii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
I. PENDAHULUAN	1
II. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	5
III. TINJAUAN PUSTAKA	6
IV. METODE PENELITIAN	17
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	31
VII. RENCANA PENELITIAN TAHAP SELANJUTNYA	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	37

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kualitas air 7 sungai di PANTURA Jawa Tengah	21
Tabel 2. Konsentrasi beberapa parameter kimia sedimen di 7 sungai di PANTURA, Jawa Tengah	23

DAFTAR GAMBAR/ILUSTRASI

Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel di 7 sungai di PANTURA Jawa Tengah	18
Gambar 2. Peta kualitas air 7 sungai di PANTURA, Jawa Tengah April dan Agustus 1998	22
Gambar 3. Peta kondisi sedimen 7 sungai di PANTURA Jawa tengah, April dan Agustus 1998	24
Gambar 4. Peta pengelompokan 7 sungai di PANTURA Jawa Tengah berdasarkan diatom epipelik di lapisan teratas sedimen	27
Gambar 5. Hubungan antara populasi <i>Synedra ulna</i> dan kualitas perairan	28
Gambar 6. Hubungan antara populasi <i>Fragillaria cappucina</i> dan <i>Nitzschia palea</i> dengan kualitas air	29
Gambar 7. Hubungan antara populasi <i>Fragillaria cappucina</i> dan <i>Nitzschia palea</i> dengan kualitas sedimen	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kemelimpahan relatif diatom pada saat pasang dan surut di sungai Banjir Kanal Barat Semarang	37
Lampiran 2. Kelimpahan relatif diatom di lapisan teratas sedimen 7 sungai di PANTURA Jawa Tengah, April 1998	39
Lampiran 3. Kelimpahan relatif diatom di lapisan teratas sedimen 7 sungai di PANTURA Jawa Tengah, Agustus 1998	41
Lampiran 4. Ukuran butir sedimen di 7 sungai di PANTURA Jawa Tengah	43
Lampiran 5. Spesies yang paling berperan dalam pembentukan kelompok dan berpotensi sebagai bioindikator	44
Lampiran 6. Surat Keputusan dilanjutkannya penelitian ini untuk tahun ke dua	45

I. PENDAHULUAN

Program kali bersih (PROKASIH) telah dimulai pada tahun 1989 yang merupakan bagian dari didirikannya Bapedal pada 1990. PROKASIH merupakan program nasional untuk mengontrol pencemaran air dan telah sukses dalam menurunkan kualitas limbah industri yang dialirkan ke sungai (BAPEDAL, 1994). Akan tetapi usaha harus dilakukan terhadap sumber pencemaran yang diffuse dan pengembangan metode monitoring kualitas air (Trihadiningrum *et al.*, 1997).

Daerah-daerah di kawasan Pantai Utara Jawa Tengah mengalami pengembangan industri yang demikian pesat, terutama sejak dekade 80 an. Potensi industri di daerah Kotamadya Tegal cukup besar, baik dilihat dari jenis maupun jumlahnya. Jenis industri yang ada antara lain industri pangan, sandang, kulit, pengecoran dan pelapisan logam yang semuanya membuang limbahnya ke Sungai Gung. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan Bappeda Tingkat I Jawa Tengah dengan Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang menunjukkan bahwa umumnya sungai-sungai di daerah Kotamadya dan Kabupaten Tegal telah mengalami pencemaran zat organik maupun logam berat, dari tingkat tercemar ringan sampai sedang (Anonim, 1988). Kotamadya Pekalongan dialiri beberapa sungai yang cukup besar, diantaranya adalah Sungai Pekalongan dan Banger yang menerima buangan limbah terutama dari industri tekstil, pakaian jadi dan batik. Kotamadya Semarang, dengan luas wilayah 37.333,83 ha dan tanah aluvial dilewati oleh Sungai Banjir Kanal Barat dan Timur yang banyak menerima limbah logam berat dari pabrik farmasi, tekstil dan limbah domestik/kota. Sungai Juana di Kecamatan Juana Kabupaten Pati yang relatif besar dan Sungai Karanggeneng Rembang dipilih sebagai lokasi penelitian yang diharapkan bisa merupakan lokasi yang lebih pristine sehingga bisa digunakan sebagai lokasi referen. Kalaupun ada sumber pencemaran yang masuk di kedua sungai tersebut sebagian besar adalah limbah pertanian.

Pembangunan pertanian, pemukiman dan perindustrian yang meningkat dengan pesat seperti digambarkan di atas, akan sampai pada batas dimana limbah yang

dihasilkan tidak sebanding dengan kemampuan alam untuk menetralkan atau menyerapnya. Hal ini menyebabkan bahaya pencemaran lingkungan, khususnya pada lingkungan perairan seperti problem eutrofikasi, salinisasi, acidifikasi dan pencemaran oleh logam berat yang semakin gawat. Oleh karena itu, monitoring terhadap perubahan-perubahan lingkungan harus dilaksanakan untuk mencegah bahaya kelangsungan hidup berbagai organisme perairan yang secara langsung maupun tidak langsung sangat berperan dalam menentukan kesehatan masyarakat.

Monitoring bisa dilakukan dengan menggunakan indikator, yang akan berubah bila lingkungan berubah. Indikator tradisional dari kualitas air adalah parameter fisika-kimia dari kolom air, seperti turbiditas, pH, Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), kandungan nutrien (bahan organik) dan logam berat. Akan tetapi polutan sering bersifat *synergism*, efek-efeknya akan terakumulasi pada sistem biologi. Polutan yang potensial akan mempengaruhi proses biologi dibawah level yang terdeteksi oleh analisis kimia, sehingga analisis kimia tidak dapat dipergunakan untuk menentukan efek biologis dari toksikan (Root, 1990). Selanjutnya, parameter fisika seperti pH dan temperatur hanya mempunyai dampak yang nyata pada toksisitas (Cairns & van der Schalie, 1980) dan angka yang muncul pada indikator fisik-kimia tergantung pada waktu dan lokasi pengambilan sampel (Horowitz, 1990). Oleh karena hal-hal tersebut diatas maka indikator biologi harus dipergunakan karena monitoring fisika dan kimia suatu perairan hanya menyediakan informasi yang terbatas mengenai kualitas air pada suatu masa, sedangkan biomonitoring lebih mengekspresikan kesehatan suatu perairan untuk masa yang relatif panjang. Kesehatan perairan yang dimaksud disini adalah dalam konteks ekologi dalam arti kestabilan ekosistem yaitu mempunyai keanekaragaman jenis tinggi dan tidak ada dominansi oleh suatu species.

Bioindikator mempunyai banyak kelebihan dibandingkan indikator fisik-kimia karena menampakkan secara langsung dampak pencemaran atau lingkungan yang tercemar dan merefleksikan efek-efek yang terakumulasi. Namun demikian sampai saat ini biomonitor-biomonitor yang digunakan, dalam hal ini hewan makrorbenthos, fitoplankton dan *Escherichia coli* (Peraturan Pemerintah Nomer 20 Tahun 1990 tentang Baku Mutu Lingkungan) mempunyai banyak kelemahan. Penggunaan hewan

makrobenthos sebagai bioindikator mempunyai kelemahan, karena organisme tersebut tidak dapat hidup pada sembarang substrat (Nybakken, 1988; Astuti *et al.*, 1990). Fitoplankton kurang tepat digunakan untuk monitoring karena mereka hidup mengapung, sehingga keberadaannya sangat dipengaruhi oleh arus (Reynolds, 1990; Soeprbowati *et al.*, 1994; Soeprbowati, 1996). Sedangkan indeks keanekaragaman dari populasi-populasi tersebut merefleksikan perubahan didalam struktur ekosistem hanya selama periode stress, tetapi tidak bisa membedakan komunitas yang stress (tercemar) dan yang sehat (Ramade, 1995). Dominansi suatu jenis plankton juga akan menurunkan nilai indeks keanekaragaman jenis (Soeprbowati *et al.*, 1993; 1994). *Escherichia coli* hanya mengekspresikan konsentrasi faecal coli didalam perairan (Suryawirna, 1991). Kelemahan-kelemahan tersebut menyebabkan kegiatan biomonitoring menjadi tidak efisien dan efektif lagi sehingga diperlukan metode yang lebih signifikan.

Atas dasar permasalahan diatas, maka dengan ini diusulkan metode monitoring dengan menggunakan diatom epipelik (menempel pada substrat sedimen), baik secara individu maupun komunitas, yang berperan sebagai bioindikator. Pemilihan diatom sebagai bioindikator sangat efektif dan ekonomis karena diatom mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan organisme lain, antara lain: diatom mempunyai distribusi yang luas dengan populasi yang bervariasi, mempunyai peranan yang penting di dalam rantai makanan, siklus hidup pendek, cepat bereproduksi, dijumpai hampir di semua substrat sehingga mampu merekam sejarah habitatnya, banyak dari speciesnya yang sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga cepat meresponnya dan mampu merefleksikan perubahan-perubahan kualitas air baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, mudah dalam pengambilan sampel, analisis dan identifikasinya (Prygiel & Coste, 1993; Round, 1993; van Dam & Mertens, 1993; Patrick, 1994; John, 1996; Lowe & Pan, 1996; Stevenson *et al.*, 1996; Soeprbowati *et al.*, 1998a).

Diatom mampu memonitor perubahan lingkungan secara kontinyu sebagai respon mereka terhadap perubahan kualitas perairan karena mereka mengintegrasikan efek sifat fisik dan kimia perairan dalam waktu yang relatif singkat. Dengan demikian semua kelemahan metode biomonitoring dalam Standar Baku Mutu Lingkungan yang selama

ini dipergunakan dapat dieliminir untuk memperoleh hasil yang lebih akurat, cepat dan murah.

Untuk itu, maka penelitian ini dilaksanakan di tujuh sungai di daerah pantai utara (PANTURA) Jawa Tengah yaitu sungai Gung -Tegal, Pekalongan dan Banger - Pekalongan, Banjir Kanal Barat dan Timur - Semarang, Juana - Pati dan Karanggeneng - Rembang. untuk mengkaji lebih jauh potensi diatom sebagai salah satu metode biomonitoring yang lebih signifikan, efisien dan efektif berupa species-species indeks dari diatom yang berasal dan untuk dipergunakan di Indonesia