

**KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN
HEWAN MAKROBENTHOS SEHUBUNGAN DENGAN
PENCEMARAN BAHAN ORGANIK DI PERAIRAN
SUNGAI GADJAHWONG YOGYAKARTA**



SKRIPSI

Oleh :

Nama : ONENG WINDU WARDANA

NIM : J. 201900412

**U N I V E R S I T A S D I P O N E G O R O
F A K U L T A S M A T E M A T I K A D A N I L M U P E N G E T A H U A N A L A M
S E M A R A N G**

1995

Judul Skripsi : Keanekaragaman dan Kelimpahan hewan
makrobenthos sehubungan dengan pencemaran
bahan organik di perairan sungai Gadjahwong
Yogyakarta.

Nama : Oneng Windu Wardana
NIM : J 201 90 0412
Tanggal Lulus Ujian Sarjana : 22 Juni 1995

Jurusan Biologi

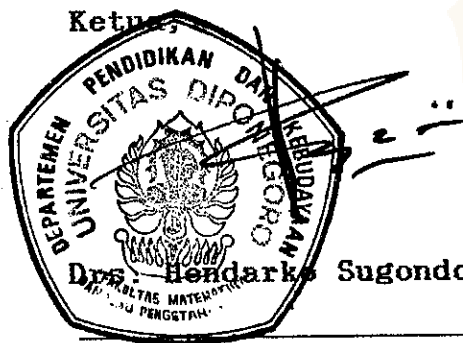
Semarang, ... 17 ... Juli ... 1995

Panitia Penguji Ujian Sarjana

Jurusan Biologi

Ketua,

Ketua,



Drs. Hendarko Sugondo, MS.

Dra. Erry Wiryani, MS.

NIP. 130 240 735

NIP. 131 412 490

Judul Skripsi : Keanekaragaman dan Kelimpahan hewan
makrobenthos sehubungan dengan pencemaran
bahan organik di perairan sungai Gadjahwong
Yogyakarta.

Nama : Oneng Windu Wardana

NIM : J 201 90 0412

Jurusan : Biologi

Telah Selesai dan Layak untuk mengikuti Ujian Sarjana

Semarang, ...¹⁷.....Juli...1995

Pembimbing Anggota,

Pembimbing Utama,

Dra. Tri Retnaningsih S.

Drs. Hendarko Sugondo, MS

NIP. 131 835 920

NIP. 130 240 735

RINGKASAN

ONENG WINDU WARDANA. J 201 90 0412. Keanekaragaman dan Kelimpahan Hewan Makrobenthos sehubungan dengan Pencemaran Bahan Organik di Perairan Sungai Gadjahwong Yogyakarta. (Dibawah bimbingan Hendarko Sugondo dan Tri Retnaningsih Suprabawati).

Sungai Gadjahwong di Yogyakarta saat ini dipandang tetap menerima limbah pencemaran terbanyak jika dibandingkan dengan kedua sungai yang melalui kota Yogyakarta, yaitu sungai Code dan sungai Winongo. Dengan adanya pencemaran ini berakibat terjadinya perubahan kondisi ekologis dari organisme yang ada di dalamnya termasuk hewan benthos.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui derajat pencemaran bahan organik yang diindikasikan dengan nilai BOD, mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan dari hewan makrobenthos, serta mengetahui hubungan antara keanekaragaman dengan derajat pencemarannya. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 1994 sampai bulan Januari 1995. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai derajat pencemaran bahan organik di perairan sungai Gadjahwong serta dapat dipakai sebagai bahan acuan untuk program pencegahan, penanggulangan ataupun program perbaikan ekosistem.

Metoda penelitian ini adalah Studi Kasus, dimana sampel diambil dengan cara 'Systematic Random Sampling' sebanyak lima stasiun. Keanekaragaman jenis dianalisa dengan indeks Shannon-Wiener, juga indeks perataan. Untuk analisa kandungan DO dan BOD digunakan alat DO-meter dan inkubator.

Dari hasil penelitian didapatkan nilai BOD yang semakin meningkat dari stasiun I sampai stasiun V, nilai DO yang semakin menurun dan indeks keanekaragaman yang semakin kecil. Jumlah spesies yang diperoleh sebanyak 15 spesies, dimana spesies *Tubifex sp* dan *Chironomous thummi* diketemukan pada semua stasiun tetapi dalam jumlah yang berbeda-beda. *Tubifex sp* diketemukan melimpah pada stasiun V dan ini menunjukkan bahwa perairan sungai Gadjahwong stasiun ini telah tercemar berat oleh bahan

organik.

Indeks keanekaragaman yang paling tinggi terdapat pada stasiun II sebesar 2,541 dengan nilai BOD 2,30 mg/l, sedangkan indeks keanekaragaman paling rendah pada stasiun V sebesar 0,151 dengan nilai BOD tertinggi 611,80 mg/l. Hasil penghitungan diperoleh $Y = -0,155 + 0,369X$ untuk persamaan regresi antara DO dengan indeks keanekaragaman dan $Y = 1,551 - 0,002X$ untuk persamaan regresi antara BOD dengan indeks keanekaragaman.



KATA PENGANTAR

Penelitian mengenai keanekaragaman dan kelimpahan hewan makrobenthos sehubungan dengan pencemaran bahan organik di perairan sungai Gadjahwong ini telah dilakukan pada bulan November 1994 sampai dengan bulan Januari 1995. Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat dalam mencapai gelar kesarjanaan Biologi pada Jurusan Biologi MIPA Universitas Diponegoro, Semarang.

Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh pengetahuan tentang keanekaragaman dan kelimpahan hewan makrobenthos sehubungan dengan pencemaran bahan organik, sehingga dapat dipakai untuk pengelolaan dan perbaikan ekosistem di perairan sungai Gadjahwong.

Pada kesempatan ini, tak lupa penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada Dekan MIPA UNDIP, Ketua Jurusan Biologi MIPA, atas kepercayaan dan kesempatan yang diberikan. Kepada Bapak Drs. Hendarko Sugondo, MS. dan Dra. Tri Ratnaningsih, selaku dosen pembimbing kami mengucapkan banyak terima kasih. Tak lupa juga kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, yang telah memberikan bantuan sehingga laporan ini dapat terselesaikan.

Kritik dan saran konstruktif demi kesempurnaan karya ini, penulis harapkan. Semoga karya ini bermanfaat demi pembangunan nasional yang terlanjutkan.

Semarang , Juni 1995

-- Oneng Windu Wardana --

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Formulasi Permasalahan	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Pengertian Pencemaran	6
B. Kondisi Fisik Kimia Perairan Sungai	8
C. Keanekaragaman dan Kelimpahan Populasi Hewan Makrobenthos	16
III HIPOTESIS	21
IV METODOLOGI PENELITIAN	
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	22
B. Alat dan Bahan	22
C. Cara Kerja	23
D. Parameter Fisik kimia yang diamati	25
E. Analisa Data	25
F. Tabel Penelitian	27
V HASIL PENELITIAN	28

VI	PEMBAHASAN	33
VII	KESIMPULAN DAN SARAN	
	A. Kesimpulan	43
	B. Saran	44
	DAFTAR PUSTAKA	45
	LAMPIRAN-LAMPIRAN	48



DAFTAR TABEL

Halaman

01. Klasifikasi derajat pencemaran	8
02. Parameter fisik kimia perairan sungai Gadjahwong Yogyakarta	28
03. Hasil analisa hewan makrobenthos permeter persegi di perairan sungai Gadjahwong	29
04. Indeks kelimpahan hewan makrobenthos dalam % di perairan sungai Gadjahwong	30
05. Penentuan tingkat pencemaran di sungai Gadjahwong pada lima stasiun atas dasar indeks keanekaragaman menurut Shannon dan Wiener, dan kriteria derajat pencemaran menurut Lee (1978)	36



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
01. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi distribusi hewan benthos di perairan	10
02. Garis regresi antara DO dengan indeks keanekaragaman	31
03. Garis regresi antara BOD dengan indeks keanekaragaman	32
04. Variasi suhu pada stasiun pengamatan	34
05. Kandungan DO pada stasiun pengamatan	36
06. Kandungan BOD pada stasiun pengamatan	37



KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN HEWAN MAKROBENTHOS SEHUBUNGAN
DENGAN PENCEMARAN ORGANIK DI PERAIRAN SUNGAI GADJAHWONG
YOGYAKARTA

I. P E N D A H U L U A N

A. Latar Belakang

Dengan meningkatnya kuantitas dan kualitas industri di Yogyakarta akan menimbulkan akibat-akibat antara lain berupa dampak negatif seperti peningkatan jumlah dan kualitas limbah rumah tangga serta industri yang dapat menjadi sumber pencemaran lingkungan. Salah satu dampak yang selalu dipandang perlu mendapatkan perhatian adalah timbulnya masalah terhadap sumber daya alam berupa air, terutama dalam hal penggunaan dan pemanfaatannya untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Sejalan dengan permasalahan tersebut, pemerintah telah menetapkan peraturan tentang penggunaan air untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia dengan urutan skala prioritas sebagai berikut :

- a. air untuk pemenuhan kebutuhan air minum,
- b. air untuk pemenuhan kebutuhan pertanian,
- c. air untuk pemenuhan kebutuhan industri,
- d. air untuk pemenuhan kebutuhan rekreasi dan pariwisata.

Namun pada kenyataannya, air yang dapat dikatakan jumlahnya relatif tetap ini, dikhawatirkan makin terancam

oleh pencemaran sebagai akibat pertumbuhan penduduk dan semakin meningkatnya berbagai jenis dan volume kegiatan manusia dalam upaya memenuhi kebutuhannya yang beraneka ragam. Di dalam program jangka panjang telah diupayakan agar kualitas sumber daya air bertambah baik karena adanya peningkatan berbagai fasilitas. Tetapi dilain pihak, tidak tertutup kemungkinan bahwa sumber-sumber pencemaran akan semakin meningkat pula sehubungan dengan makin pesatnya perkembangan pertanian, pemukiman dan industri. Selain itu, pada kenyataannya saat ini masih banyak dijumpai masyarakat yang membuang limbah ke perairan bebas, antara lain ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu, karena memang mereka belum mampu mengolahnya.

Di wilayah kota Yogyakarta terdapat tiga sungai yang mengalir melewati tengah kota dan ketiga sungai tersebut merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) utama yang ada di wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu :

- a. Sungai Winongo
- b. Sungai Code
- c. Sungai Gadjahwong

Ketiga sungai ini menerima limbah pertanian, limbah pemukiman, dan limbah industri. Dengan demikian maka perairan ini perlu terus menerus mendapat evaluasi agar dapat selalu

diketahui sampai seberapa jauh tingkat pencemaran dalam sungai tersebut, sehingga berdasarkan evaluasi tersebut selanjutnya perlu ditetapkan kembali penggolongan dan penggunaannya bagi pemenuhan kebutuhan masyarakat secara luas.

Sungai yang mengalir melalui kota Yogyakarta dan saat ini dipandang tetap menerima limbah pencemaran terbanyak jika dibandingkan dengan sungai yang lain adalah sungai Gadjahwong (Anonim, 1984).

Air sungai Gadjahwong saat ini dipergunakan sebagai bahan baku air minum oleh Badan Pengelolaan Air Minum (BPAM) Kotagede, juga berfungsi sebagai air pengairan, perikanan, dan keperluan rumah tangga misalnya mandi-cuci-kakus (MCK).

Selain menerima limbah pertanian dan limbah rumah tangga sungai ini juga menerima limbah industri. Limbah buangan industri terutama berasal dari pabrik susu dan pengalengan PT. Sari Husada, serta pabrik penyamakan/pengolahan kulit PT. Budi Makmur Jaya Murni. Sumber limbah pertanian dan domestik lain yang ada adalah yang berasal dari Kebun Raya dan Kebun Binatang (KRKB) Gembira Loka. Kedua sumber limbah industri dan limbah pertanian tersebut dipandang sebagai penghasil limbah organik dalam volume yang cukup besar.

Didalam lingkungan perairan sungai, hewan benthos telah lama dikenal sebagai bagian suatu kesatuan dari lingkungan sungai. Digunakannya hewan makrobenthos sebagai suatu

indikator biologis adalah didasari pada suatu pengertian ekologi bahwa suatu lingkungan yang normal dikarakterisasikan dengan keseimbangan kondisi biologi dan berisi sejumlah kehidupan fauna dengan tidak adanya suatu dominasi spesies. Jika terjadi penurunan kualitas air disuatu area antara lain oleh adanya pencemaran maka organisme yang sangat sensitif akan mati dan populasi yang toleran terhadap kondisi ini masih dapat bertahan. Jika sejumlah substansi polusi meningkat, maka hanya beberapa spesies atau hanya spesies tertentu yang tetap dapat bertahan (Hart and Fuller, 1979). Perubahan struktur dan komponen komunitas akan mengakibatkan kelimpahan dan keanekaragaman cenderung berubah.

B. Formulasi Permasalahan

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat diformulasikan permasalahan apakah dengan meningkatnya pencemaran bahan organik pada perairan sungai Gadjahwong akan mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman hewan makrobenthos secara proporsional.

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui seberapa besar derajat pencemaran bahan organik di perairan sungai Gadjahwong yang diindikasikan oleh nilai BOD-nya.
2. Mengetahui keanekaragaman dan kelimpahan hewan

makrobenthos yang terdapat di perairan sungai Gadjahwong sehubungan dengan derajat pencemaran organik.

3. Mengetahui hubungan antara keanekaragaman hewan makrobenthos dengan derajat pencemaran.

D. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan:

1. Dapat memberikan informasi mengenai derajat pencemaran bahan organik di perairan sungai Gadjahwong dan hubungannya dengan keanekaragaman hewan makrobenthos.
2. Dapat dipakai sebagai bahan acuan yang jelas untuk program pencegahan, penanggulangan ataupun program perbaikan ekosistem.



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Pencemaran.

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas lingkungan menjadi berkurang atau tidak berfungsi lagi sesuai peruntukannya (Anonim, 1982). Sedang oleh Holgate (1979) dinyatakan bahwa pencemaran lingkungan adalah dimasukkannya energi atau substansi ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia, sehingga dapat mengganggu ekosistem kehidupan, merusak struktur dan estetika lingkungan, serta melanggar undang-undang dan peraturan lain yang telah ditetapkan.

FAO dalam Supomo (1975) memberikan definisi pencemaran air sebagai penambahan atau introduksi sesuatu bahan oleh manusia ke dalam perairan sehingga merusak atau membahayakan kehidupan di dalamnya, berbahaya bagi kehidupan manusia, mengganggu aktivitas perairan, merusak daya guna air dan mengurangi keindahannya. Menurut Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.02/MENKLH/I/1988 yang dimaksud dengan pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat dan atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya komposisi air oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air menjadi kurang atau

tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Berdasarkan komposisinya, Wiber dalam Djuwito (1984) membagi pencemaran menjadi dua yaitu :

1. Pencemaran Organik.
2. Pencemaran Anorganik.

Pencemaran organik merupakan penambahan bahan organik ke dalam suatu perairan sehingga merusak atau mengganggu segala aktivitas yang terdapat di dalamnya dan menurunkan daya guna perairan tersebut (Fardiaz,1992).

Pada umumnya bahan organik yang dijumpai di dalam perairan sungai berupa protein, lemak, karbohidrat, phenol, pestisida dan detergent. Sampah-sampah organik ini merupakan bahan buangan yang membutuhkan oksigen untuk penguraiannya (Fardiaz,1992). Sumber pencemaran organik adalah pabrik-pabrik seperti pabrik gula, pabrik kertas, industri tekstil, industri penyamakan kulit, industri pemotongan hewan, industri pembekuan ikan dan udang. Kotoran manusia, binatang dan tanaman yang mati juga merupakan sumber pencemaran organik.

Salah satu cara untuk mengetahui pencemaran organik, menurut Lee, Wang, dan Kuo (1978) adalah dilihat dari nilai DO dan BOD-nya. Klasifikasi derajat pencemaran dapat dilihat pada tabel berikut:

TABEL 01. Klasifikasi derajat pencemaran.

Derajat pencemaran	H'	DO (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)
Tidak tercemar	> 2,0	>6,5	<3,0
Tercemar ringan	2,0 - 1,6	4,5 - 6,5	3,0 - 4,9
Tercemar sedang	1,5 - 1,0	2,0 - 4,4	5,0 -15,0
Tercemar berat	< 1,0	<2,0	>15,0

(Lee, et al, 1978)

Pencemaran anorganik merupakan penambahan bahan anorganik ke dalam suatu perairan sehingga merusak atau mengganggu segala aktivitas yang terdapat di dalamnya dan menurunkan daya guna perairan tersebut (Fardiaz,1992). Bahan-bahan anorganik yang dijumpai didalam perairan sungai berupa Hg,Al, Ar, Fe, Cl, Mg, Na, dll. Bahan-bahan ini berasal dari buangan industri seperti industri kimia, industri alat-alat listrik, industri khlor-alkali, industri cat.

B. Kondisi Fisik Kimia Perairan Sungai.

Kondisi fisik-kimia air suatu perairan sangat ditentukan oleh kondisi lingkungannya. Kondisi fisik-kimia air ini sangat menentukan kehidupan organisme atau nilai guna air tersebut. Satu lingkungan yang penuh aktivitas manusia, seperti industri dan pembuangan sampah ke sungai akan

menurunkan nilai guna air perairan tersebut.

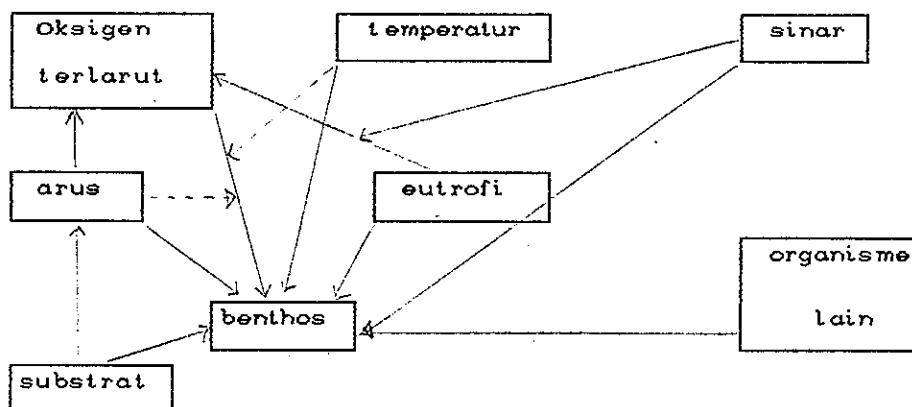
Sungai merupakan suatu ekosistem terbuka yang mendapatkan masukan baik bahan-bahan organik maupun bahan-bahan anorganik dari sekitar sungai tersebut sejak dari hulu sampai ke daerah hilir.

Perairan sungai mempunyai ciri-ciri yang spesifik. Di dalam sungai kecepatan air yang kritis terjadi pada 50 cm/dtk dan di atas kecepatan ini sungai cenderung menjadi berbatu, kadar oksigen tinggi dan suhu air rendah. Di bawah kecepatan tersebut dasar sungai menjadi berlumpur, kadar oksigen rendah dan suhu air menjadi hangat. Komunitas pada substrat berbatu berbeda komposisinya dengan komunitas pada substrat berlumpur (Naughton, 1979).

1. Faktor - faktor lingkungan alami yang dapat berpengaruh terhadap komunitas benthos.

Menurut Hawkes (1975), faktor-faktor lingkungan alami yang dapat mempengaruhi kehidupan makrobenthos adalah seperti yang terlihat pada gambar 01.

Sedangkan menurut Hynes (1972 & 1978) terdapat lima faktor penting yang mempengaruhi komunitas makrobenthos di perairan, antara lain : Oksigen terlarut, Kecepatan arus, temperatur, garam-garam terlarut, dan tumbuh-tumbuhan.



Gambar 01. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi distribusi hewan benthos di perairan.

(Hawkes, 1975)

Keterangan : Hewan Benthos dipengaruhi secara langsung oleh arus, oksigen terlarut, temperatur, sinar, eutrofi, organisme lain dan oleh substrat. Temperatur dan arus akan mempengaruhi oksigen terlarut, sehingga temperatur dan arus secara tidak langsung juga mempengaruhi hewan benthos. Arus akan berpengaruh langsung terhadap hewan benthos dan substrat.

1.1. Oksigen Terlarut (DO).

Oksigen terlarut merupakan gas yang sangat esensial dan merupakan salah satu komponen utama untuk metabolisme organisme perairan. Kebutuhan organisme air akan oksigen sangat bervariasi tergantung pada jenis, stadia dan aktivitasnya. Dalam stadia dini, seperti larva membutuhkan oksigen yang relatif lebih tinggi daripada stadia lanjut. Hal ini menurut Pescod (1973) karena mereka hanya menggantungkan kepada suplai oksigen dilingkungan yang terbatas saja, berbeda dengan organisme yang sudah dewasa, mereka dapat leluasa mencari oksigen.

Jika tidak terdapat senyawa beracun, kandungan oksigen terlarut minimum sebesar 2 mg/l sudah cukup mendukung kehidupan organisme perairan secara normal (Pescod, 1973). Oksigen tidak terlalu mudah larut di dalam air dan sangat tergantung pada berbagai macam faktor antara lain temperatur, tekanan udara, kadar oksigen udara dan sebagainya. Sebagai contoh, pada tekanan udara atau kadar oksigen di udara sebesar 20,9% dan dalam keadaan 100% jenuh, besarnya oksigen terlarut adalah 14 ppm pada temperatur 0°C. Jumlah ini akan turun menjadi 0 ppm pada saat air berada pada titik didihnya (Hynes, 1978). Kelarutan oksigen menjadi lima kali lebih besar apabila air langsung bersentuhan dengan oksigen murni.

Faktor-faktor yang akan mempengaruhi besarnya oksigen terlarut di dalam perairan adalah jenis dan jumlah makhluk hidup, maupun besarnya zat organik yang mengalami perombakan.

Pada pagi hari yang cerah, tanaman berhijau daun akan membentuk oksigen murni, sehingga secara teoritis dapat menaikkan DO. Sedangkan DO terendah akan ditemui pada waktu malam dihari yang panas.

1.2. Kecepatan Arus.

Kecepatan arus di suatu perairan sungai biasanya dipengaruhi oleh kecuraman sungai atau kemiringan sungai yang disebabkan oleh tinggi rendahnya dasar sungai, halus

kasarnya dasar sungai serta kedalaman dan luasnya badan sungai. Arah dan kecepatan arus dapat diukur dengan menggunakan suatu alat yaitu currentmeter atau current drogues, dimana pergerakan dari drogues dapat dimonitor dengan kompas tangan sehingga pergerakan dan arah arus dapat diketahui (Hutabarat, 1988).

Kecepatan arus dapat menentukan keadaan habitat alamiah dari perairannya. Kecepatan arus mempengaruhi substrat dasarnya. Keadaan substrat dasar sungai yang berlainan akan menyebabkan terjadinya perbedaan komunitas benthos yang hidup di dalamnya. Kecepatan arus yang terlalu tinggi dapat mengurangi jumlah spesies yang dapat bertahan di daerah tersebut.

1.3. Suhu.

Suhu air dapat mempengaruhi sifat fisik-kimia maupun biologik perairan. Suhu air mempengaruhi migrasi, laju metabolisme, kebutuhan oksigen terlarut dan daya racun berbagai bahan pencemar. Apabila suhu naik, maka laju metabolisme hewan air juga naik, sehingga kebutuhan oksigen terlarut bagi hewan air tersebut juga naik. Selanjutnya dinyatakan pula oleh Klein (1962) bahwa kebutuhan oksigen terlarut bagi organisme perairan akan meningkat menjadi dua kali dengan adanya kenaikan suhu 10°C . Kenaikkan suhu dapat menaikkan daya racun suatu bahan pencemar.

Dengan adanya pengaruh suhu air terhadap sifat fisik-kimia dan akhirnya kepada organisme air, maka Pescod (1973) menganjurkan perubahan suhu air mengalir disebabkan limbah bersuhu tinggi tidak lebih dari $2,8^{\circ}\text{C}$ dan perairan tergenang tidak lebih dari $1,7^{\circ}\text{C}$ suhu normal alami.

1.4. Garam-garam terlarut

Garam-garam yang larut dalam air berpengaruh terhadap kehidupan hewan benthos. Garam-garam ini menyebabkan kesadahan dan mempertinggi pH air, dan yang mengalir melalui batuan granit mempunyai pH yang rendah. Air yang mempunyai keasaman yang tinggi dapat ditemui pada daerah-daerah bertanah gambut. Derajat keasaman sangat berpengaruh pada toksisitas dari bahan beracun. Pada pH diantara 5 sampai 9, pengaruh bahan beracun lebih kecil dibandingkan dengan pH yang lebih rendah (Hawkes, 1978).

Pada hewan benthos, garam-garam terlarut ini juga mempengaruhi distribusinya. Hal ini karena kemampuan organisme untuk dapat hidup pada suatu perairan dengan garam-garam terlarut tertentu sangat tergantung kepada kesanggupannya merubah tekanan osmose didalam tubuhnya agar sesuai dengan lingkungannya (Farb, 1980).

1.5. Tumbuh-tumbuhan.

Selain keempat faktor tersebut di atas, kehidupan hewan benthos di perairan juga dipengaruhi oleh tumbuhan yang

ada, baik yang hidup di darat maupun di perairan. Adapun fungsi dari tumbuhan air adalah sebagai tempat berlindung maupun sebagai sumber bahan makanan, sedangkan tanaman darat berfungsi sebagai sumber bahan organik utama bagi perairan.

Faktor-faktor fisik-kimia lain yang dapat mempengaruhi komunitas hewan benthos yaitu :

Biochemical Oxygen Demand (BOD).

Biochemical Oxygen Demand (BOD) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air. Jadi nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi (Fardiaz, 1992).

Organisme hidup yang bersifat aerobik membutuhkan oksigen untuk beberapa reaksi biokimia, yaitu untuk mengoksidasi bahan organik, sintesis sel, dan oksidasi sel. Air yang hampir murni mempunyai nilai BOD kira-kira 1 ppm dan air yang mempunyai nilai BOD 3 ppm masih dianggap murni tetapi kemurnian air diragukan jika nilai

BOD-nya mencapai 5 ppm atau lebih (Fardiaz, 1992). Bahan buangan industri pengolahan pangan seperti industri pengalengan, industri susu, industri gula dan sebagainya mempunyai nilai BOD yang bervariasi, yaitu mulai 100 ppm sampai 10.000 ppm, oleh karena itu harus mengalami penanganan atau pengenceran yang tinggi sekali pada saat pembuangan ke badan air di sekitarnya seperti sungai atau laut.

Derajat Keasaman (pH).

Derajat keasaman merupakan salah satu faktor pembatas bagi kehidupan organisme. Masing-masing jenis organisme mempunyai toleransi yang berbeda, tergantung pada tingkat kejenuhan oksigen terlarut, alkalinitas, jenis organisme dan konsentrasi ion-ion (Hawkes, 1978). Banyak buangan industri bersifat asam atau basa, tetapi dengan adanya zat-zat lain menyebabkan sukar diduga pengaruh pH terhadap komunitas sungai. PH sangat penting dalam mempengaruhi toksisitas racun, tetapi pada kisaran 5 - 9 kemungkinan sedikit sekali berpengaruh langsung (Hawkes, 1978).

Kedalaman.

Kedalaman suatu perairan bervariasi tergantung dari keadaan morfologi dasar sungai. Kedalaman sungai biasanya mempengaruhi kecepatan arus sungai. Pada sungai yang

mempunyai kedalaman lebih dari dua meter akan berbeda kecepatan arusnya dengan sungai dengan kedalaman kurang dari satu meter.

C. Keanekaragaman dan Kelimpahan Populasi Hewan Makrobenthos.

Benthos adalah organisme air yang hidup dan tinggal di endapan dasar perairan, baik yang ada di atas maupun di bawah permukaan sedimen (Odum, 1981).

Menurut Welch (1952) yang dinamakan hewan makrobenthos adalah seluruh organisme yang hidup pada dasar perairan, dari dasar perairan yang dangkal sampai dasar perairan yang dalam. Sedang menurut Cummins (1975) makrobenthos adalah hewan benthos yang pada fase dewasanya sekurang-kurangnya berukuran 3 - 5 mm dan akan tersaring pada saringan yang mempunyai ukuran lubang sebesar 0,595 mm.

Hewan benthos merupakan organisme dasar perairan yang mempunyai habitat relatif tetap sehingga perubahan-perubahan yang terjadi atas lingkungannya sangat mempengaruhi kehidupannya (Odum, 1981).

Beberapa ciri khusus hewan makrobenthos antara lain tubuhnya yang dilindungi oleh cangkang, mempunyai bagian tubuh yang dapat dijulurkan, berkembangnya bagian-bagian tambahan seperti rambut, kuku-kuku keras serta tubuhnya tersusun atas otot yang mudah untuk digerakkan di atas maupun di dalam sedimen (Person dan Takeshi, 1971).

Untuk mengetahui pendugaan kelimpahan dan keanekaragaman

populasi, maka dihitung indeks keanekaragaman dan indeks kelimpahannya, yaitu dengan menggunakan rumus dari Shannon Weiner (Hawkes, 1978).

Keanekaragaman hewan adalah banyaknya jenis hewan yang terdapat di suatu tempat. Semakin banyak jumlah jenisnya maka semakin besar keanekaragamannya.

Rumus untuk indeks keanekaragaman :

$$H' = - \sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} ,$$

keterangan :

H' : indeks keanekaragaman

n_i : jumlah individu untuk jenis ke-i

N : jumlah individu untuk seluruh jenis

Di dalam suatu komunitas, jika seluruh jenis menyebar secara merata, maka penyebarannya mempunyai nilai maksimum. Untuk mengukur penyebaran individu-individu diantara jenis dipakai indeks perataan atau ekuitabilitas.

Rumus untuk indeks perataan:

$$e = \frac{H'}{H_{\max}} , \text{ dengan } H_{\max} = \ln S$$

keterangan :

S : jumlah jenis

H' : indeks keanekaragaman

(Hawkes, 1978).

Nilai e merupakan nilai yang tidak bersatuan dan besarnya berkisar antara 0 - 1.

Semakin kecil nilai e, semakin kurang merata penyebaran suatu populasi di dalam komunitas, berarti komunitas tersebut didominasi oleh jenis tertentu.

Indeks kelimpahan dimaksudkan untuk menggambarkan komposisi jenis didalam komunitas. Kelimpahan hewan makrobenthos dapat dinyatakan sebagai jumlah individu persatuan volume atau jumlah individu per grabe.

Rumus untuk indeks kelimpahan :

$$Di = \frac{ni}{N} \times 100\% ,$$

keterangan :

Di : indeks kelimpahan jenis
 ni : jumlah individu jenis ke-i
 N : jumlah individu untuk seluruh jenis

(Hawkes, 1978).

Dari indeks kelimpahan jenis tersebut maka Jorgensen dalam Wilham, 1970 membedakan komposisi jenis dalam komunitas menjadi tiga kelompok yaitu:

- Jenis Dominan, jika mempunyai Di > 5%.
- Jenis Sub Dominan, jika mempunyai Di antara 2% sampai 5%.
- Jenis Tidak Dominan, jika mempunyai Di < 2%.

Benthos sebagai bioindikator pencemaran.

Apabila pada suatu saat terjadi perubahan terhadap lingkungan, maka akan terjadi gangguan terhadap ekosistem yang stabil. Terjadilah perubahan-perubahan, baik di dalam

komunitas organisme, maupun keadaan lingkungannya untuk kemudian diciptakan suatu keseimbangan baru.

Dengan melihat kenyataan tersebut maka timbullah pemikiran untuk menggunakan keanekaragaman yang ada pada masyarakat organisme benthos untuk mengetahui adanya perubahan dari lingkungan fisiknya. Pemakaian organisme sebagai indikator adanya perubahan ini tidaklah menghilangkan atau mengecilkan arti analisa secara kimia maupun fisika, melainkan sebagai pelengkap data, sehingga dapat diambil suatu kesimpulan yang lebih terperinci dan jelas.

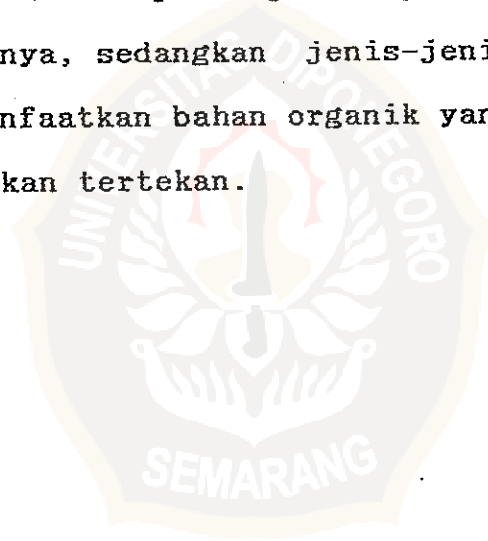
Mackentum (1969), mendapatkan jenis-jenis makrobenthos yang sensitif, agak toleran dan jenis yang toleran. Jenis yang sensitif antara lain ordo Plecoptera, Ephemoptera, Megaloptera dan Trichoptera. Organisme yang agak toleran antara lain Amphipoda, Isopoda, Gastropoda, Sphaeriidae dan Chironomidae. Dan organisme yang toleran adalah Hirudinae, Tubificidae, Psychoidae dan Tubifera.

Keup (dalam Persoone dan Pauw, 1978) menyatakan bahwa pengaruh limbah terhadap hewan benthos dapat dibagi dalam empat kategori :

- a. Limbah organik, akan menekan pertumbuhan hewan benthos yang sensitif, tetapi lumpur organik ini merupakan makanan bagi jenis-jenis yang toleran.
- b. Hasil dekomposisi dari limbah organik dalam jumlah besar akan menekan pertumbuhan hewan benthos, baik yang sensitif

maupun yang toleran. Namun dengan adanya pemulihan secara alamiah dari perairan, jenis-jenis yang toleran dalam waktu yang relatif singkat dapat pulih kembali.

- c. Limbah yang mengandung bahan beracun, akan menekan pertumbuhan hewan benthos, baik yang sensitif maupun yang toleran, karena limbah ini tidak mengandung lumpur organik yang berguna sebagai makanan bagi jenis-jenis yang toleran, maka jumlah individu benthos akan menurun. Dan apabila limbah sangat beracun, maka semua organisme akan terhambat pertumbuhannya.
- d. Campuran limbah organik dan limbah beracun akan mengurangi jumlah jenis, karena jenis-jenis yang sensitif akan berkurang jumlahnya, sedangkan jenis-jenis yang toleran tidak dapat memanfaatkan bahan organik yang ada, sehingga pertumbuhannya akan tertekan.



III. HIPOTESIS

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

Terdapat hubungan linier negatif antara pencemaran bahan organik yang diindikasikan dengan nilai BOD dengan keanekaragaman hewan makrobenthos. Semakin rendah tingkat pencemaran bahan organik suatu perairan semakin besar keanekaragaman hewan makrobenthos.

Terdapat hubungan linier positif antara nilai oksigen terlarut dengan keanekaragaman dimana semakin tinggi nilai DO semakin besar keanekaragamannya.



IV. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah di sungai Gadjahwong Yogyakarta. Waktu penelitian diadakan pada bulan November 1994 sampai dengan Januari 1995.

B. Alat dan Bahan

Alat :

- Thermometer
- pH meter
- DO meter
- Stopwatch
- Inkubator
- Meteran
- Ayakan
- Jaring Surber (luas frame $\pm 1099,75 \text{ cm}^2$)
- Sekop

Bahan :

- Bambu
- Bola Pingpong
- Rose bengale
- Formalin 4%

C. Cara Kerja :

1. Dipilih lokasi daerah sampling, yaitu perairan sungai sebelum masuk kota : daerah Pakem dan Ring Road, \pm 10 km dari Pakem; perairan di tengah kota Yogyakarta : daerah PT. Sari Husada \pm 6 km dari Ring Road dan daerah Gembira Loka \pm 0,8 km dari PT. Sari Husada ; dan daerah setelah kota : Plered \pm 10 km dari Gembira Loka (lihat peta terlampir).
2. Pada setiap daerah pengambilan/stasiun dilakukan sampling hewan makrobenthos dengan menggunakan jaring surber. Sebelumnya sungai dibagi menjadi tiga sub stasiun, yaitu tepi kiri, tengah, dan tepi kanan sungai. Pengambilan sampel dilakukan dengan memasang jaring surber secara tegak lurus menghadap arus. Kemudian frame depan dibiarkan terpasang di permukaan substrat dasar. Dengan menggunakan sekop substrat dikeruk seluas frame, sehingga substrat diusahakan masuk maksimum ke dalam jaring surber.
3. Substrat yang terjaring dimasukkan ke dalam saringan benthos dan diayak sampai bersih. Kemudian hasil ayakan dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi larutan indikator rose bengale secukupnya serta difiksasi dengan formalin 4% .
4. Di laboratorium dilakukan sortasi terlebih dahulu dengan tujuan dapat memisahkan hewan makrobenthos dengan

partikel lainnya, kemudian diidentifikasi jenis yang ada.

5. Hasil yang diperoleh dihitung persatuan meter persegi dan kemudian ditabulasikan dalam bentuk tabel. Selanjutnya dihitung indeks keanekaragaman, indeks kelimpahan dan indeks perataannya dengan rumus :

Indeks keanekaragaman dari Shannon-Wiener :

$$H' = - \sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

Indeks perataan :

$$e = \frac{H'}{H_{\max}}, \text{ dengan } H_{\max} = \ln S$$

Indeks kelimpahan :

$$D_i = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

keterangan :

- H' : indeks keanekaragaman
- e : indeks perataan
- D_i : indeks kelimpahan
- n_i : jumlah individu jenis ke-i
- N : jumlah individu untuk seluruh jenis
- S : jumlah jenis

(Hawkes, 1978).

6. Dicatat pula faktor-faktor fisik kimia perairan seperti BOD, DO, pH, suhu, kedalaman dan kecepatan arus. Juga kondisi substrat pada masing-masing stasiun.

D. Parameter fisik kimia yang diamati :

1. BOD
2. DO
3. pH
4. Kedalaman
5. Kecepatan arus
6. Suhu

E. Analisa Data

Variabel penelitian dibagi atas :

- a. Variabel yang dipengaruhi adalah indeks keanekaragaman jenis hewan makrobenthos (H').
- b. Variabel pengaruh adalah oksigen terlarut dan kebutuhan oksigen terlarut.

Analisa data berupa analisa *Deskriptif Kuantitatif*. Data diperoleh dari lima stasiun. Keanekaragaman hewan makrobenthos, nilai DO dan nilai BOD dianalisa dengan menggunakan regresi linier untuk mengetahui apakah ada hubungan antara nilai DO, BOD, dan indeks keanekaragaman hewan mekrobenthos.

Persamaan regresi, menurut Sudjana (1982) dapat dihitung dengan rumus :

$$Y = a + bX$$

$$\text{dengan } b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

Uji signifikan analisa regresi :

$$t = \frac{b}{S^2_{yx} / (\sum X - \bar{X})^2}$$

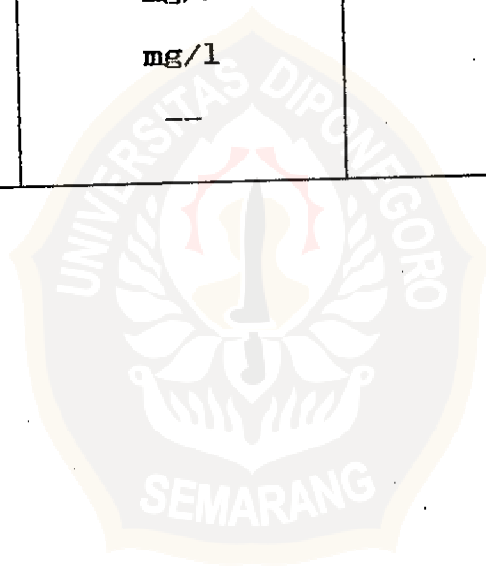
dengan :

$$S^2_{yx} = \frac{(\sum Y^2 - (\sum Y)^2/n) - b(\sum XY - \sum X \sum Y/n)}{n - 2}$$

F. Tabel Penelitian.

Parameter fisik kimia perairan sungai Gadjahwong Yogyakarta

Parameter	Satuan	Stasiun Pengamatan
Sifat fisik		
kedalaman	m	
kecepatan arus	cm/dtk	
suhu	°C	
Sifat kimia		
DO	mg/l	
BOD	mg/l	
pH	—	



V. HASIL PENELITIAN

Dari hasil pengamatan diperoleh data mengenai sifat fisik kimia perairan, dimana nilai BOD tertinggi sebesar 611,80 mg/l pada stasiun V, nilai DO tertinggi terdapat pada stasiun II sebesar 7,27 mg/l. PH berkisar antara 6,18 sampai dengan 6,52, suhu bervariasi antara 28,5°C sampai dengan 30,7°C. Sungai Gadjahwong ini termasuk kategori sungai dangkal dengan kedalaman antara 0,12 m sampai dengan 0,51 m.

Jenis-jenis makrobenthos yang diketemukan pada perairan sungai Gadjahwong sebanyak 15 jenis, jenis terbanyak Filum Mollusca sebanyak 8 spesies, Insecta 4 spesies, Annelida 2 spesies dan Crustacea 1 spesies. Jumlah individu yang dijumpai melimpah adalah jenis *Tubifex sp* pada stasiun IV dan stasiun V.

Hasil pengamatan mengenai sifat fisik kimia dan biologi selengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 02. Parameter fisik kimia perairan sungai Gadjahwong Yogyakarta

Parameter	Satuan	StI	StII	StIII	StIV	StV
Sifat fisik						
Kecepatan arus	cm/dtk	40,7	49,2	32,2	29,1	26,4
Kedalaman	m	0,12	0,14	0,32	0,37	0,51
Suhu	°C	28,5	29,7	29,8	30,1	30,7
Substrat		PK	PB	PL	L	L
Sifat kimia						
DO	mg/l	7,02	7,27	3,09	1,70	0,52
BOD ₅	mg/l	2,56	2,30	8,50	23,70	611,80
pH	-	6,24	6,18	6,52	6,51	6,35

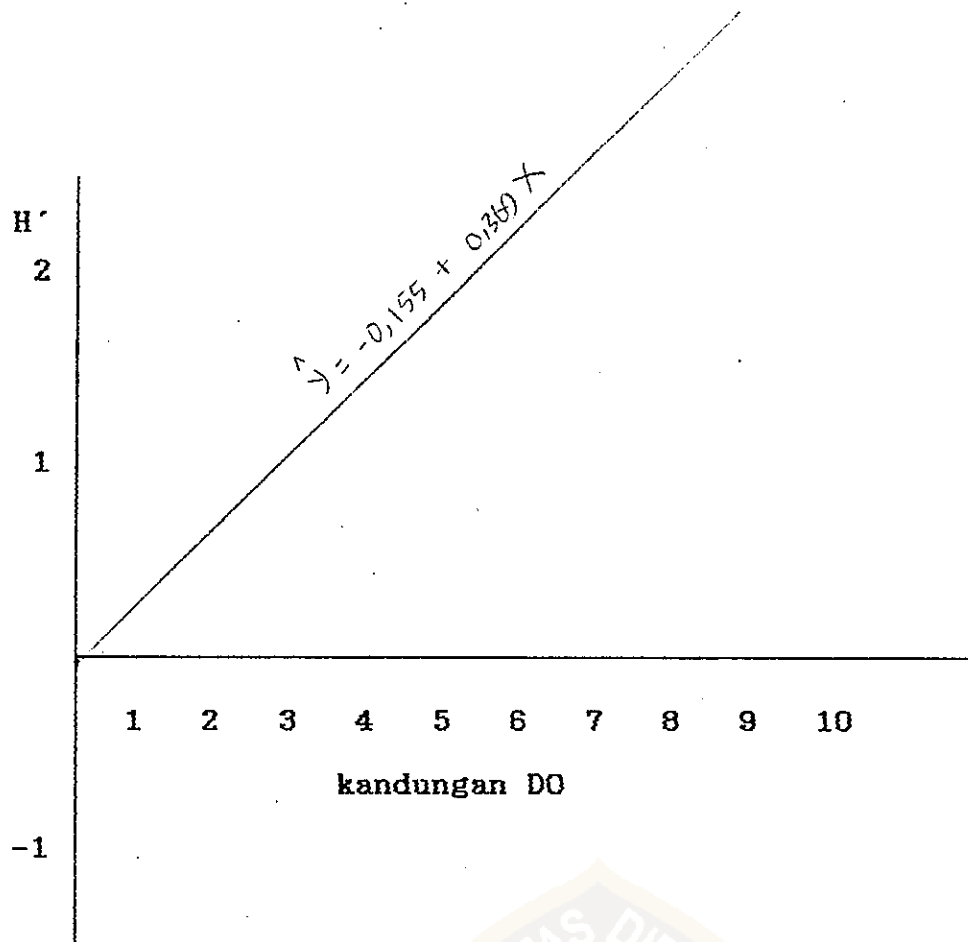
Keterangan : PB : pasir berbatu L : lumpur
 PL : pasir berlumpur PK : pasir berkerikil

Tabel 03. Hasil analisa hewan makrobenthos per meter persegi di perairan sungai Gadjahwong.

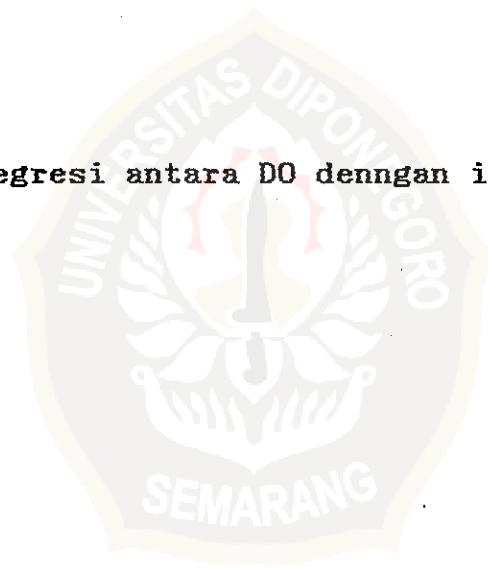
No	Nama Spesies	St I	St II	St III	St IV	St V
a.	Annelida					
1	<i>Tubifex sp</i>	40	35	810	1070	3500
2	<i>Peritima sp</i>	104	100	-	-	-
b.	Crustacea					
3	<i>Kepiting</i>	31	60	-	-	-
c.	Insecta					
4	<i>Spaniotoma sp</i>	72	81	-	42	-
5	<i>Caenis moesta</i>	76	80	-	-	-
6	<i>Chironomus thummi</i>	17	15	27	41	67
7	<i>Psycoda alternata</i>	76	82	-	-	-
d.	Moluska					
8	<i>Brotia spadicea</i>	100	103	74	-	-
9	<i>Brotia testudinaria</i>	99	97	-	-	-
10	<i>Thiara sp</i>	80	90	-	-	-
11	<i>Sphaerum corneum</i>	76	78	-	-	-
12	<i>Melanoides tuberculata</i>	96	99	42	-	-
13	<i>Melanoides punctata</i>	110	100	46	-	-
14	<i>Pisidium sp</i>	-	-	-	-	25
15	<i>Pleurocera acuta</i>	-	24	47	27	18
jumlah individu		977	1044	1046	1180	3610
jumlah jenis		13	14	6	4	4
indeks keanekaragaman		2,471	2,541	0,886	0,410	0,151
indeks perataan		0,963	0,963	0,494	0,296	0,109

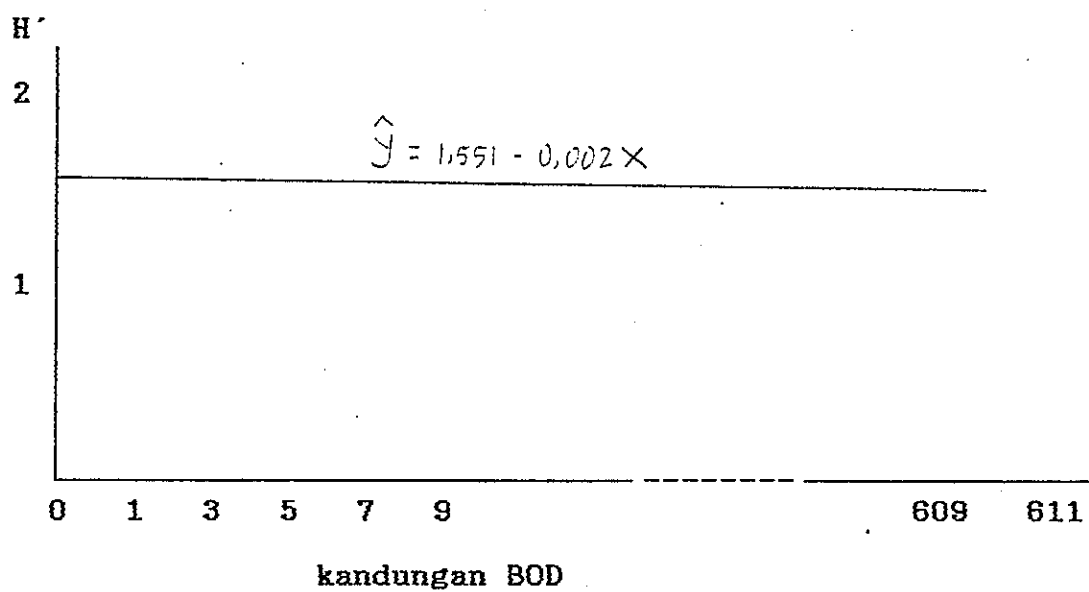
Tabel 04. Indeks kelimpahan hewan makrobenthos dalam % di perairan sungai Gadjahwong

No	Nama Spesies	St I	St II	St III	St IV	St V
a.	Annelida					
1	<i>Tubifex sp</i>	4,1	3,3	77,4	90,6	97,0
2	<i>Peritima sp</i>	10,6	9,6	-	-	-
b.	Crustacea					
3	<i>Kepiting</i>	3,2	5,8	-	-	-
c.	Insecta					
4	<i>Spaniotoma sp</i>	7,4	7,6	-	3,6	-
5	<i>Caenis moesta</i>	7,8	7,7	-	-	-
6	<i>Chironomus thummi</i>	1,7	1,4	2,6	3,5	2,0
7	<i>Psycoda alternata</i>	7,8	7,9	-	-	-
d.	Moluska					
8	<i>Brotia spadicea</i>	10,2	9,9	7,1	-	-
9	<i>Brotia testudinaria</i>	10,1	9,3	-	-	-
10	<i>Thiara sp</i>	8,2	8,6	-	-	-
11	<i>Sphaerum corneum</i>	7,8	7,5	-	-	-
12	<i>Melanoides tuberculata</i>	9,8	9,5	-	-	-
13	<i>Melanoides punctata</i>	11,3	9,6	4,4	-	-
14	<i>Pisidium sp</i>	-	-	-	-	0,6
15	<i>Pleurocera acuta</i>	-	2,3	4,5	2,3	0,4
Jumlah		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0



Gambar 02. Garis regresi antara DO dengan indeks keanekaragaman





Gambar 03. Garis regresi antara BOD dengan indeks keanekaragaman



VI. PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian baik di lapangan maupun di laboratorium, maka dapat dijelaskan mengenai kondisi fisik kimia dari perairan sungai Gadjahwong yang meliputi Kecepatan arus, kedalaman, suhu, pH, DO dan BOD.

Kecepatan arus.

Kecepatan arus pada stasiun I sebesar 40,7 cm/dtk, stasiun II sebesar 49,2 cm/dtk, stasiun III sebesar 32,2 cm/dtk, stasiun IV sebesar 29,1 cm/dtk dan stasiun V sebesar 26,4 cm/dtk. Menurut Hawkes (1975) dalam Nanik (1989) arus mempengaruhi komposisi hewan makrobenthos perairan. Sedangkan menurut Sorensen (1948) dalam Nurwidjojo (1992), bahwa kecepatan arus lebih dari 50 cm/dtk disebut dengan arus cepat. Maka semua stasiun tidak ada yang termasuk dalam kategori arus cepat. Perbedaan kecepatan arus menyebabkan perbedaan substrat dasar, dimana pada kecepatan arus yang besar akan menyebabkan substrat dasar berbatu sedangkan arus yang lambat menyebabkan substrat dasar berlumpur.

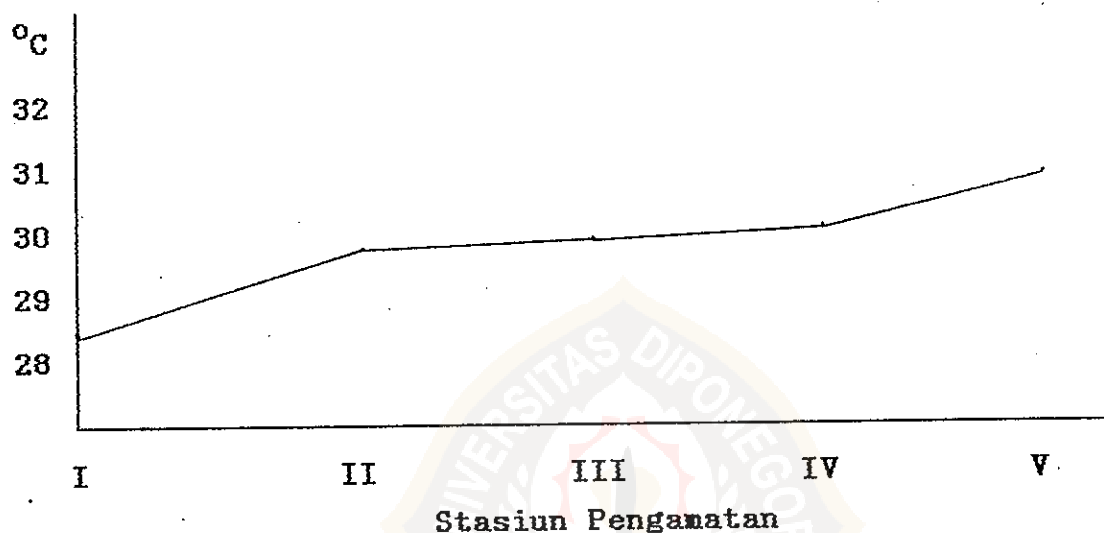
Kedalaman.

Sungai Gadjahwong daerah hulu mempunyai kedalaman 0,12 meter. Semakin ke arah hilir semakin bertambah dalam yaitu stasiun II 0,14 meter, stasiun III 0,32 meter, stasiun IV 0,37 meter dan stasiun V 0,51 meter. Antara stasiun I sampai stasiun V selisih kedalamannya tidak begitu besar, sehingga

pengaruhnya didalam kecepatan arus juga kecil.

Suhu.

Variasi suhu mulai dari stasiun I sampai dengan stasiun V disajikan dalam gambar 04., nampak relatif kecil dan masih memenuhi syarat untuk kehidupan hewan makrobenthos.



Gambar 04. Variasi suhu pada stasiun pengamatan

Selisih suhu air pada stasiun I - V ternyata kurang dari 10°C dan masing-masing suhu air tersebut masih lebih rendah jika dibandingkan dengan suhu udara di atas permukaan air. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa dari gatra suhu ini masih cukup baik untuk mendukung kehidupan hewan makrobenthos.

Perubahan suhu air yang relatif kecil tidak terlalu berpengaruh terhadap eksistensi kehidupan hewan makrobenthos. Tetapi kenaikan suhu dengan selisih 10°C dapat meningkatkan

kecepatan proses biologi yaitu mempengaruhi kecepatan perkembangan hewan tersebut.

Semakin tinggi suhu dalam suatu perairan dapat mempercepat hilangnya oksigen terlarut yang penting bagi sistem kehidupan dalam air (Holdgate, 1979).

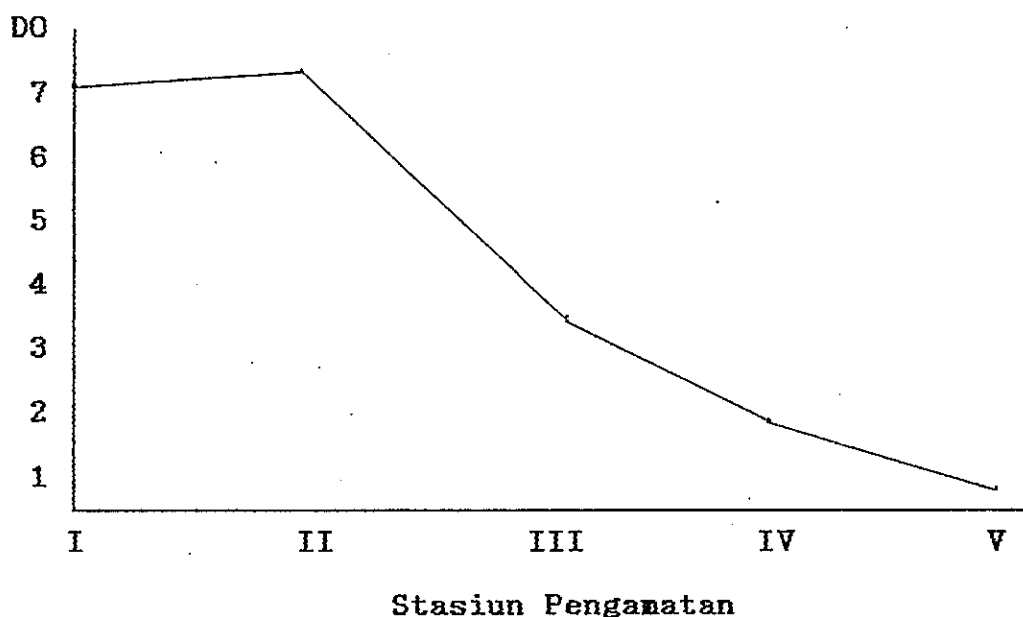
Konsentrasi ion Hidrogen (pH).

Konsentrasi ion Hidrogen (pH) air sungai Gadjahwong dari hasil pengamatan di lima stasiun penelitian menunjukkan bahwa pH air sungai tersebut masih dalam batas normal (pH = 6-8), dan pH air sungai masih memenuhi syarat untuk kehidupan hewan makrobenthos.

Konsentrasi ion Hidrogen abnormal misalnya apabila pH kurang dari 5 atau pH lebih dari 10, maka proses-proses aerobik biologis dalam air dapat terhambat, atau aktivitas bakteri menjadi tertekan, sehingga mempengaruhi sistem kehidupan akuatik dan kimia air (Odum, 1971; Mahida, 1984).

Kandungan DO.

Pada gambar 05. disajikan data kandungan oksigen terlarut (DO) dalam air sungai yaitu stasiun III sebesar 3,09 mg/l stasiun IV sebesar 1,70 mg/l dan stasiun V sebesar 0,52 mg/l. Keadaan ini kurang menguntungkan bagi kehidupan biota air apabila dibandingkan dengan nilai DO pada stasiun I dan stasiun II masing-masing sebesar 7,02 mg/l dan 7,27 mg/l (Gambar 05.)



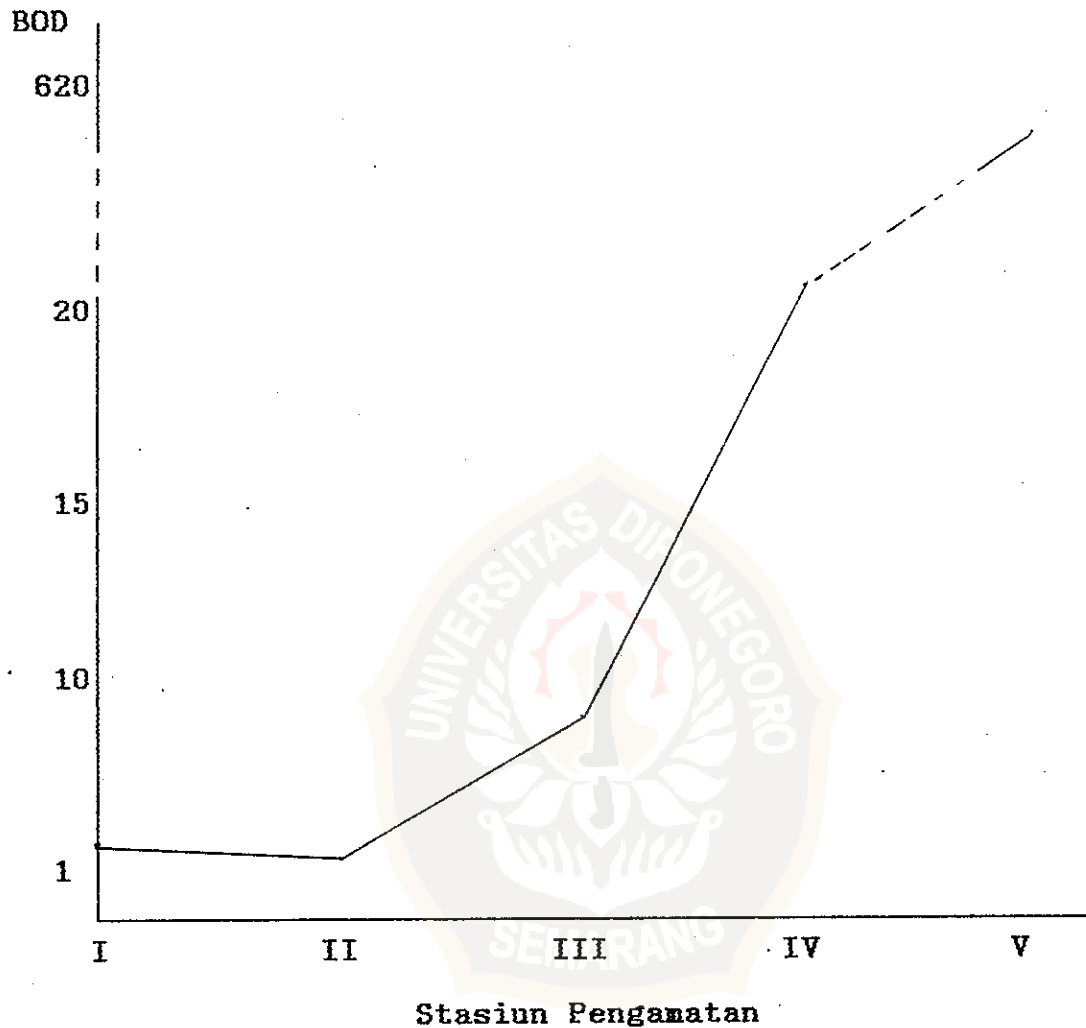
Gambar 05. Kandungan DO pada stasiun pengamatan

Penurunan kandungan oksigen terlarut dalam air tersebut diduga disebabkan karena konsentrasi bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan mengalami peningkatan ke arah hilir. Demikian pula sisa-sisa bahan organik dan unsur lain yang terlarut, sehingga makin banyak pula mikrobia (bakteri) yang menguraikan bahan pencemar tersebut.

Oleh Ward dan Dubois (1974) disebutkan bahwa kapasitas aliran air sungai untuk mengencerkan dan menjadikan bahan pencemar tidak berbahaya tergantung dari kecepatan aliran dan besarnya arus dalam perairan tersebut. Sungai Gadjahwong dapat dikategorikan sebagai sungai yang dangkal dengan aliran kurang deras yang mempunyai debit rata-rata pada musim kemarau sebesar $2,93 \text{ m}^3/\text{dtk}$ (DPUP-DIY, 1989).

Kandungan BOD

Hasil pengamatan dari stasiun I - V menunjukkan bahwa terjadi kenaikan kandungan BOD (Gambar 06.).



Gambar 06. Kandungan BOD pada stasiun pengamatan

Kandungan BOD ini merupakan petunjuk penting untuk mengetahui banyaknya zat-zat organik yang terkandung di dalam media air. Semakin besar nilai BOD, berarti persediaan DO

semakin berkurang .

Gambar 06. menunjukkan terjadi kenaikan kandungan BOD dari stasiun I hingga V. Hal ini diduga disebabkan karena selama perjalanan aliran air mulai dari hulu sampai ke bagian hilir banyak menerima limbah buangan pertanian (termasuk limbah buangan dari KRKB Gembira Loka), pemukiman, dan industri. Disamping itu limbah buangan cair dari PT. Sari Husada maupun PT. Budi Makmur Jaya Murni diduga mempunyai kandungan BOD yang tinggi. Limbah pabrik susu tersebut banyak mengandung senyawa organik dan akan meningkatkan pertumbuhan mikrobia air sehingga akan mengakibatkan peningkatan konsumsi pemakaian oksigen. Dengan adanya peningkatan konsumsi oksigen, maka kandungan BOD dalam air sungai juga meningkat. Dari grafik yang tersaji dalam gambar 06. diketahui bahwa semakin banyaknya polutan yang terlarut dari stasiun I sampai V dalam perairan sungai Gadjahwong mengakibatkan kenaikan konsentrasi BOD pada perairan tersebut.

Dilihat dari nilai BOD dari stasiun I sampai V, maka pada stasiun I dan II, menunjukkan bahwa perairan tersebut mendukung untuk kehidupan hewan makrobenthos. Kedua stasiun ini menurut Lee (1978) tergolong dalam kategori belum tercemar. Stasiun III, termasuk dalam kategori tercemar sedang. Stasiun IV dan V termasuk dalam kategori tercemar berat (lihat tabel 01.). Stasiun III, IV, dan V kurang mendukung kehidupan hewan makrobenthos.

Aspek Biologi Perairan Sungai

Perairan sungai selain dilihat dari parameter fisik dan kimia, juga dapat ditinjau dari segi biologi. Pengaruh adanya pencemaran atau penambahan senyawa organik ke dalam perairan dapat mengubah struktur ekosistem dalam bentuk pengurangan jumlah spesies dalam suatu komunitas, sehingga keanekaragaman dalam ekosistem tersebut menjadi berkurang (Suriawiria, 1977).

Disamping pengaruh terhadap keanekaragaman, jumlah bakteri dapat meningkat oleh pengaruh jenis dan macam bahan pencemar yang masuk ke dalam suatu perairan. Dalam hal sungai Gadjahwong, bahan pencemar yang masuk adalah air buangan pertanian, pemukiman, industri dan kebun binatang.

Salah satu cara penentuan tingkat pencemaran dengan tolok ukur biologi di setiap stasiun pengamatan adalah menggunakan indeks keanekaragaman dengan metode Shannon dan Weiner seperti yang disajikan dalam tabel 03.

Tabel 05. Penentuan tingkat pencemaran di Sungai Gadjahwong pada lima stasiun atas dasar indeks keanekaragaman menurut Shannon dan Wiener dan kriteria derajat pencemaran menurut Lee (1978).

Stasiun	Indeks keanekaragaman	tingkat pencemaran
I	2,471	tidak tercemar
II	2,541	tidak tercemar
III	0,886	sedang - berat
IV	0,410	berat
V	0,151	berat

Pada Stasiun I didapatkan indeks keanekaragaman makrobenthos sebesar 2,471 dan diklasifikasikan sebagai belum tercemar. Juga stasiun II, indeks keanekaragaman sebesar 2,541 dan diklasifikasikan sebagai belum tercemar. Kedua stasiun ini diduga hanya menerima limbah pertanian dan pemukiman dari hulu sungai Gadjahwong, dengan jumlah pemukim yang relatif tidak padat.

Nilai indeks keanekaragaman makrobenthos di stasiun III mengalami penurunan menjadi sebesar 0,886, selanjutnya terus menurun pada stasiun IV sebesar 0,410 dan stasiun V sebesar 0,151. Hal ini disebabkan bahan pencemar yang masuk ke dalam perairan sungai di daerah PT. Sari Husada sebagian besar terbawa arus dan baru terendapkan sebagian pada sungai di daerah setelah KRKB Gembira Loka. Dan pada daerah sebelum muara sungai keanekaragamannya sangat kecil karena daerah ini merupakan tempat terakumulasinya bahan organik baik dari industri maupun dari KRKB Gembira Loka. Menurut kategori Lee (1978) berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon dan Wiener, nilai indeks dibawah 1,00 dikategorikan sebagai tingkat pencemaran berat. Hal ini diduga karena semakin banyak jumlah variasi air buangan yang masuk ke sungai Gadjahwong, terutama dari buangan industri susu PT. Sari Husada dan pengolahan/penyamakan kulit PT. Budi Makmur Jaya Murni. Peningkatan konsentrasi bahan pencemar ini berakibat pada perubahan struktur ekosistem perairan dan berakibat pula pada

peningkatan tingkat pencemaran (Holdgate, 1979). Perubahan struktur ekosistem air sungai sebagai akibat jumlah dan variasi bahan pencemar yang masuk akan mengakibatkan perubahan keanekaragaman hewan makrobenthos yang ada pada perairan sungai Gadjahwong tersebut.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa hewan makrobenthos yang paling dominan adalah *Tubifex sp* yang dijumpai pada semua stasiun pengamatan. *Tubifex sp* ini mampu hidup di perairan yang belum tercemar maupun yang sudah tercemar. Pada perairan yang belum tercemar atau sedikit tercemar, *Tubifex sp* bisa hidup tetapi jumlahnya relatif sedikit. Pada perairan yang tercemar berat, maka dijumpai *Tubifex sp* dalam jumlah yang melimpah yaitu sebesar 97.0% pada stasiun V. Adanya spesies ini menunjukkan bahwa perairan sungai Gadjahwong bagian tengah sampai hilir (Stasiun III sampai stasiun V) sudah tercemar oleh bahan organik. Juga *Chironomous thummi* dijumpai pada semua stasiun tetapi jumlah individu dari spesies ini tidak melimpah seperti pada *Tubifex sp*.

Keanekaragaman jenis tertinggi dijumpai pada stasiun II dengan indeks keanekaragaman sebesar 2,541. Hal ini disebabkan karena pada stasiun ini kondisi lingkungan mendukung kehidupan makrobenthos dan menunjukkan bahwa stasiun II ini belum tercemar oleh bahan-bahan organik. Jenis yang terbanyak adalah Moluska. Pada stasiun I kondisi lingkungan juga mendukung untuk kehidupan makrobenthos. Hal ini ditunjukkan dengan indeks

keanekaragaman yang tinggi yaitu sebesar 2,471 dengan jumlah jenis 13 spesies. Spesies yang hanya dijumpai pada stasiun V saja adalah *Pisidium sp.* Hal ini disebabkan karena jenis kerang ini sangat menyukai substrat berlumpur dan substrat ini menyediakan makanan dan perlindungan bagi *Pisidium sp.* Stasiun V hanya terdapat empat jenis makrobenthos dengan indeks keanekaragaman paling kecil 0,151, tetapi mempunyai spesies yang melimpah yaitu jenis *Tubifex sp.*

Setelah diadakan analisa regresi linier diperoleh persamaan untuk hubungan antara keanekaragaman hewan makrobenthos dengan nilai BOD yaitu $Y = 1,551 - 0,002X$, dan diuji dengan t-test ternyata hasilnya menunjukkan adanya perbedaan nyata, dimana $t\text{-test} > t$ tabel. Ini berarti ada hubungan linier antara keanekaragaman hewan makrobenthos dengan BOD. Hubungan linier tersebut adalah dengan meningkatnya nilai BOD akan menurunkan indeks keanekaragaman.

Sedangkan analisa regresi linier antara keanekaragaman dengan nilai DO diperoleh persamaan $Y = -0,155 + 0,369X$ dan kemudian di test dengan t-test, ternyata hasilnya menunjukkan adanya perbedaan nyata, dimana $t\text{-test} > t\text{-tabel}$. Ini berarti ada hubungan linier antara keanekaragaman hewan makrobenthos dengan nilai DO. Hubungan tersebut adalah dengan meningkatnya nilai DO, maka indeks keanekaragaman juga meningkat.

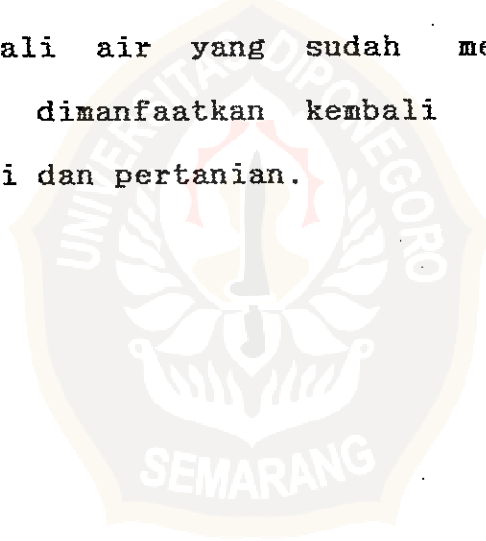
VII. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Berdasarkan kriteria derajat pencemaran menurut Lee (1978), perairan sungai Gadjahwong bagian hulu (stasiun I dan II) menunjukkan belum adanya kontaminasi bahan pencemar atau masih dikategorikan belum tercemar, sedangkan sungai Gadjahwong pada bagian tengah (stasiun III dan IV) dikategorikan dalam tercemar sedang sampai berat sedangkan sungai bagian hilir (stasiun V) dikategorikan dalam tercemar berat.
2. Beberapa Sumber yang memiliki potensi besar sebagai pencemar sungai Gadjahwong adalah berasal dari industri baik industri besar seperti PT. Sari Husada dan PT. Budi Makmur Jaya Murni maupun industri rumah tangga, serta KRKB Gembira Loka yang ditunjukkan dengan semakin tingginya nilai BOD setelah stasiun III yaitu bagian sungai di daerah PT. Sari Husada.
3. Pada perairan sungai Gadjahwong, keanekaragaman hewan makrobenthos semakin menurun sebanding dengan peningkatan pencemaran bahan organik yang diindikasikan dengan nilai BOD, dan semakin meningkat sebanding dengan nilai DO.
4. Pada sungai Gadjahwong diperoleh jumlah spesies sebanyak 15 jenis dengan jumlah jenis terbanyak dari Filum Mollusca, kelas Gastropoda.

B. SARAN

1. Sistem pengolahan limbah terutama dari industri seperti PT. Sari Husada dan PT. Budi makmur Jaya Murni masih perlu ditingkatkan. Peningkatan itu dapat berupa peningkatan kualitas, fasilitas sarana pengolahan air buangan, maupun perawatan berkala instalasi pengolah air yang sudah ada.
2. Usaha pengolahan limbah dari KRKB Gembira Loka perlu lebih ditingkatkan lagi sehingga sampah organik yang dibuang ke sungai Gadjahwong tidak terlalu menimbulkan penurunan kualitas air.
3. Pembinaan air buangan seharusnya ditujukan juga untuk pemanfaatan kembali air yang sudah menjalani proses pengolahan untuk dimanfaatkan kembali bagi pemenuhan keperluan industri dan pertanian.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 1982. Undang-undang No. 4 tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup. CV Aneka Ilmu. Semarang.
- Anonimous. 1989. Debit Sungai di Wilayah DIY. Seksi Hidrologi PU-Pengairan DIY.
- Astuti, Y., Nanik, H., Hadi. 1990. Keanekaragaman Benthos sebagai Bioindikator Pencemaran Logam Pb, Hg, dan Cd di Pantai Utara Jawa Tengah. Pen. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Cummins, K.W. 1975. Macroinvertebrates. In B.A. Whitton. Ed. River Ecology. Studies in Ecology 2. Blackwell Scientific Publication, London. 170 - 198 p.
- Djuwito. 1984. Peranan Mytilus sebagai Penangkap Bahan Pencemar dengan Penekanan Logam Berat. Penelitian Jurusan Perikanan Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Farb, P. 1980. Ekologi. Pustaka Time-Life Tira Pustaka, Jakarta.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. 35 p.
- Hart, C.W. and S.L.H. Fuller. 1979. Pollution Ecology of Estuarine Invertebrates. Academic Press. New York, London.
- Hawkes, H.A. 1975. River Zonation and Classification. In. B.A. Whitton (ed). River Ecology. Studies in Ecology. 2. Blackwell Scientific Publication, London.
- Hawkes, H.A. 1978. River Zonation and Classification. In. B.A. Whitton. Ed. River Ecology. Studies in Ecology 2. Blackwell Scientific Publication, London.
- Holdgate, M.W. 1979. A Perspective of Environmental Pollution. Cambridge Univ. Press, London.
- Hutabarat, Y. 1988. Evaluasi Kondisi Biohydrography Dalam Penentuan Lokasi Budidaya Laut. Workshop budidaya laut. LPWP Universitas Diponegoro, Jepara.
- Hynes, H.B.N. 1978. The Biology of Polluted Waters. Liverpool of University Press, Liverpool.
- Klein, L. 1962. River Population. II. Causes and Effects. Butterworths, London.

- Lee, C.D., S.B. Wang and C.L.KUO. 1978. Benthic Microinvertebrata and Fish as Biological Indicator of Water Quality, with References to Community Diversity Index. In Quano, E.A.R., B.N. Lohani and THANH (Ed) Water Pollution Control in Developing Countries. The Asian Institute of Technology, London.
- Lockwood, A.P.M. 1976. Effect of Pollution on Aquatic Organisme Society for Experimental Protection. Biology Seminar Seri 2.
- Mackentum, K.M. 1969. The Practice of Water Pollution Biology. F.W.P.C.A., Washington.
- Mahida, U.N. 1984. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. C.V. Rajawali, Jakarta.
- Michael, P. 1984. Ecological Methods for Field and Laboratory Investigations. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi. 311-316 p.
- Naughton, S.J. and Larry L. Wolf. 1979. General Ecology. Saunders College Publishing. A Division of Holt. Reinhart and Wiston Inc, New York. 736-764 p.
- Odum, E.P. 1975. Fundamental of Ecology. Ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia, Toronto, Topan Co, Ltd, Tokyo.
- Odum, E.P. 1981. Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Pennak, R.W. 1978. Fresh-water Invertebrates of the United States. John Wiley and Sons Inc. New York, London.
- Person dan Takhasi. 1977. Biological Oceanographic Processes. Pergamon Press, Oxford.
- Pescod, M.B. 1973. Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for Tropical Countries. AIT, Bangkok.
- Reid, C.K. 1961. Ecology of Inland Water Estuarine. Reinhold Pub. Co, New York.
- Sekretariat Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. 1988. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor KEP-02/MENKLH/I/1988 tentang Baku Mutu Air.
- Sorensen .1948.dalam Nurwidjojo. 1992. Evaluasi pencemar air sungai Gadjahwong ditinjau dari gatra biota, fisik dan kimia akibat buangan limbah industri di bagian wilayah Kotamadya Yogyakarta. Tesis. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

- Sudjana. 1982. Metoda Statistik. Edisi 2. Penerbit Tarsito, Bandung
- Supomo, T.H. Wardoyo. 1975. Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan. Seminar Pengairan Pengendalian Pencemaran Air. Jilid II. Ditjen Pengairan Dep. P.U. Jakarta.
- Suriawiria, U. 1977. Mikrobiologi Air dan Pengelolaan Air Buangan secara Mikrobiologis. Laboratorium Mikrobiologi Departemen Biologi ITB, Bandung.
- Ward B. and Dubois. 1974. Hanya Satu Bumi. PT. Gramedia Jakarta.
- Welch, P.S. 1952. Limnological Methods. Blakiston, Philadelphia.
- Wilham, J.L. 1970. Range of Diversity Index in Benthic Macroinvertebrate Population. J. Water Pollut. Contr. Fed. 42. 221-224 p.



LAMPIRAN – LAMPIRAN



Lampiran 01. Analisa Regresi antara DO dengan H'

X	Y	XY	X ²
7,02	2,471	17,346	49,280
7,27	2,541	18,473	52,853
3,09	0,886	2,738	9,548
1,70	0,410	0,697	2,890
0,52	0,151	0,078	0,270
19,60	6,459	39,332	114,841

keterangan :

X : nilai DO

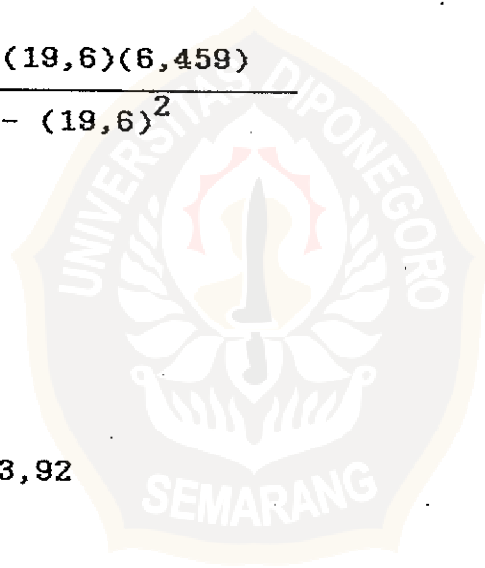
Y : indeks keanekaragaman

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{5 \cdot 39,332 - (19,6)(6,459)}{5 \cdot 114,841 - (19,6)^2} \\
 &= \frac{70,0636}{190,045} \\
 &= 0,369
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \bar{Y} - bX \\
 &= 1,2918 - 0,369 \cdot 3,92 \\
 &= -0,155
 \end{aligned}$$

Persamaan regresi :

$$Y = -0,155 + 0,369X$$



Lampiran 02. Analisa Regresi antara BOD dengan H'

X	Y	XY	X ²
2,56	2,471	6,326	6,554
2,30	2,541	5,844	5,290
8,50	0,886	7,531	72,250
23,70	0,410	9,717	561,690
611,80	0,151	92,382	374299,240
648,86	6,459	121,800	374945,020

Keterangan :

X : nilai BOD

Y : indeks keanekaragaman

$$b = \frac{5 \cdot 121,8 - 648,86 \cdot 6,459}{5 \cdot 374945,02 - (648,86)^2}$$

$$= \frac{-3581,987}{1453705,8}$$

$$= -0,002$$

$$a = 1,2918 - (-0,002 \cdot 129,772)$$

$$= 1,551$$

Persamaan regresi :

$$Y = 1,551 - 0,002X$$





DEPARTEMEN KESEHATAN RI
BALAI LABORATORIUM KESEHATAN YOGYAKARTA

Ngadinegaran Mj. III/62
Yogyakarta 55143

Telp. (0274)
78187

Nomer : LA.00.02.064 BLK.94.

Yogyakarta, 6 Desember 1994.

Lamp. :

Hal. : Hasil pemeriksaan

Lab.No: 362 S/D 366

Kepada Yth.

Sdr. Oneng Windu Wardana

d/a. Menulis, Sumberwari, Meyudan Sleman

di Sleman.

Dengan ini kami kirimkan hasil pemeriksaan berdasarkan surat saudara tertanggal 28 -
Nepember 1994 No. - , perihal permintaan pemeriksaan bahan berupa : Air Limbah.

Pendapatan Pemeriksaan : DO dan BOD

Bahan pemeriksaan : Air limbah

Lab.No. : 362 | 363 | 364 | 365 | 366

BOD (mg/l) 2,56 2,30 8,50 23,70 611,80

Kemudian harap menjadikan periksa.



Kepala,

Mend
d/a. Dradjat Nendrosuwito

NIP. 140087343.

Tembusan kepada Yth.:

1. Sdr. Kepala Kanwil Dep.Kes.RI.Prop.DIY.
2. Sdr. Kepala Dinas Kes. Prop. DIY.
3. Arsip.