

341.762
WID
u e1

**KAJIAN PENCEMARAN BAHAN ORGANIK
DI KAWASAN PESISIR SEMARANG**

TESIS

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Mencapai Derajat Sarjana S-2**

**Program Pascasarjana Universitas Diponegoro
Program Studi : Magister Manajemen Sumber Daya Pantai**



Diajukan Oleh :

**WAHJU WIDIARSIH
NIM. K4A0990021**

Kepada :

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2002**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan didalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan Lembaga Pendidikan lainnya.

Semua informasi dan pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum atau tidak diterbitkan, dengan ataupun dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak, telah diberikan penghargaan dimana sumbernya dijelaskan didalam tulisan dan daftar pustaka dan isi tesis ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya sebagai penulis

Semarang, Desember 2002

Penulis,

Wahju Widiarsih
NIM .K4A0990021

LEMBAR PENGESAHAN

**KAJIAN PENCEMARAN BAHAN ORGANIK
DI KAWASAN PESISIR SEMARANG**

Dipersiapkan dan disusun oleh

Nama Mahasiswa : Wahyu Widiarsih

NIM : K4A0990021

Telah diseminarkan di depan Tim Penguji

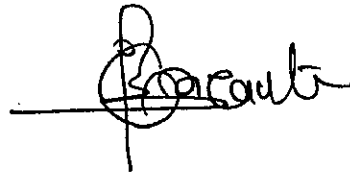
Pada Tanggal : 30 Desember 2002

Pembimbing I



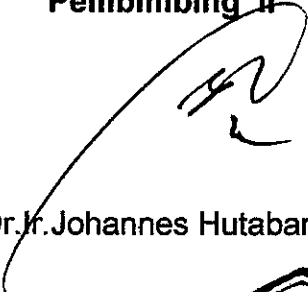
(Prof.Dr. Ir. Supriharyono,MS.)

Penguji I



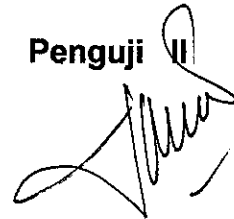
(Dr. Ir. Agung Suryanto,MS.)

Pembimbing II



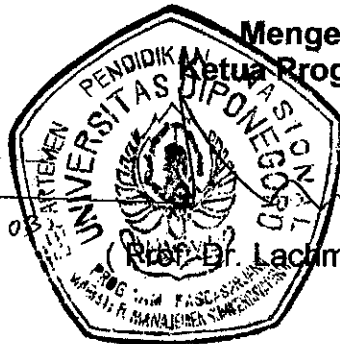
(Prof.Dr.Ir.Johannes Hutabarat,MSc.)

Penguji II



(Ir. Suradi Wijaya Saputra, MS.)

**Mengetahui :
Ketua Program Studi**



Prof. Dr. Lachmuddin Sya'rani)

ABSTRACT

WAHJU WIDIARSIH. NIM. K4A0990021. **ORGANICS POLLUTION ASSESMENT IN SEMARANG COASTAL WATERS.** (SUPRIHARYONO AND JOHANNES HUTABARAT)

Semarang waters area, like other coastal waters area in Indonesia had been exploited for fishing activity, but have many serious problems in the waters environment especially from big rivers, West Banjir Kanal River, Tapak Stream, and Babon Stream and worsened by industrial concentration along the rivers empties into the area. Despite of industrial's disposal from other activities, domestics water pollutant that contain organic substances have result in environment pollution in Indonesia and contaminated about 70% water around it. (Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI, 1997). Although biodegradable in nature, organic pollutant can lowering water quality marked with eutrofication, the higher fertile level and deadly for biota.

This study is aimed to: (1) determine water quality in Semarang Coastal Waters by degree of organic substance's pollution physically, chemically, and biologically; (2) determine the influence of water pollution toward macrobenthos and mollusk's lives; (3) determine the influence of environmental sanitation and the existence of industry toward prokasih programs for community around the rivers.

This research was using primary data review with multiple linear regression analysis and secondary data.

For many big rivers that passing through Semarang City, namely West Banjir Kanal River, Tapak Stream, and Babon Stream, that empties into Semarang's Beach Waters, detected that some of water quality parameters have surpass its allocation, namely BOD₅, COD, DO, pH, TDS and turbidity. It's also detected that from biology parameter, analysis of macrobenthos heterogeneity and homogeneity in Stations I, II, III, and IV, showing the low result, indicated that environment condition in the research area was incapable to support live of water's organism, or the waters is polluted. The existence of *Eschericia coli* and *Salmonella* Bacterias, and the high level of TPB in waters environment indicate that in environment of Semarang Beach Waters have been contaminated by domestics pollutant, marked by the existence of high organics substances, indicated by pathogen bacteria. Overall, Waters Environment Quality Indices in Semarang Coastal Waters was polluted. Community response about environmental sanitation and the industrial existence around their neighborhood, about prokasih program by government, was expected by regression test for the three rivers, namely Tapak Stream, West Banjir Kanal River, and Babon Stream. Result form analysis showed a positive correlation between sanitation and industry variable that simultaneously influence prokasih variable.

Keywords : *Organics pollution, Semarang's coastal waters, waters quality, domestics pollutant*

RINGKASAN

WAHJU WIDIARSIH. NIM. K4A0990021. **KAJIAN PENCEMARAN BAHAN ORGANIK DI KAWASAN PESISIR SEMARANG.** (SUPRIHARYONO DAN JOHANNES HUTABARAT)

Kawasan Perairan Pesisir Semarang, seperti halnya kawasan perairan pesisir yang ada di Indonesia, banyak dimanfaatkan untuk kegiatan di bidang perikanan, namun banyak mengalami tekanan yang cukup serius di lingkungan perairan pesisirnya terutama dari sungai-sungai besar pemasok yaitu Sungai Banjir Kanal Barat, Sungai Tapak, dan Sungai Babon serta diperbesar oleh adanya pemusatan industri di sepanjang sungai-sungai yang bermuara di Kawasan itu. Air limbah domestik yang mengandung bahan organik tinggi telah menyebabkan masalah pencemaran lingkungan di Indonesia. Buangan domestik menyebabkan pencemaran air sekitar 70%, disamping limbah dari industri dari aktivitas lain (Kementerian Negara Lingkungan Hidup RI, 1997). Meskipun bersifat biodegradabel limbah organik dapat menurunkan kualitas air ditandai dengan terjadinya yutrofikasi, tingkat kesuburan yang tinggi dan mematikan biota.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengkaji kualitas air di Perairan Pesisir Semarang melalui derajat pencemaran bahan organik ke sungai-sungai pemasok Perairan Pesisir Semarang baik secara fisik, kimia dan biologi; 2) Mengkaji pengaruh pencemaran air terhadap kehidupan makrobenthos dan kerang-kerangan; 3) Mengkaji pengaruh pola sanitasi lingkungan masyarakat dan keberadaan industri-industri terhadap Prokasih bagi masyarakat sekitar sungai.

Metodologi yang digunakan adalah kajian data primer dengan uji statistik regresi linier berganda dan data sekunder.

Dari beberapa sungai besar yang melintasi kota Semarang yang bermuara di Perairan Pesisir Semarang, yaitu Sungai Banjir Kanal Barat, Sungai Tapak, dan Sungai Babon, diketahui bahwa beberapa parameter kualitas air secara fisik dan kimia telah melampaui baku mutu peruntukannya seperti parameter BOD₅, COD, DO, pH, TDS, dan kekeruhan. Diketahui pula bahwa dari parameter biologi yaitu analisa komunitas keanekaragaman dan keseragaman makrobenthos di stasiun I, II, III dan IV menunjukkan nilai yang rendah, dengan demikian diketahui bahwa kondisi lingkungan di daerah penelitian dianggap kurang mampu mendukung berlangsungnya kehidupan organisme perairan secara baik atau perairan pesisir dalam keadaan tercemar. Keberadaan bakteri *Eschericia coli*, *Salmonella*, dan tingginya nilai TPC di lingkungan Perairan Pesisir Semarang telah tercemar oleh limbah domestik yang ditandai dengan keberadaan bahan organik yang tinggi dengan petunjuk keberadaan bakteri-bakteri patogen. Secara keseluruhan Indeks Mutu Lingkungan Perairan di Perairan Pesisir Semarang dalam kondisi tercemar. Tanggapan masyarakat tentang sanitasi lingkungan dan keberadaan industri di sekitar lingkungan tempat tinggalnya terhadap Prokasih diketahui dengan melakukan uji regresi pada ketiga sungai yaitu Sungai Tapak, Sungai Banjir Kanal Barat dan Sungai Babon. Hasil analisis menunjukkan adanya korelasi positif pada variabel sanitasi dan industri yang secara bersama-sama mempengaruhi variabel Prokasih.

Kata kunci : Pencemaran Organik, Perairan Pesisir Semarang, Kualitas Air, Limbah Domestik

KATA PENGANTAR

Tesis ini disusun untuk memenuhi tugas akhir pada program Pasca Sarjana Program Studi Manajemen Sumber Daya Pantai Universitas Diponegoro Semarang. Tesis ini merupakan sebagian persyaratan guna mencapai derajat sarjana S-2 yang telah di seminarkan dan mendapatkan tanggapan, koreksi dan penyempurnaan.

Tesis dengan judul "Kajian Pencemaran Bahan Organik di Perairan Pesisir Semarang" telah mendapatkan arahan dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi dan tulisan, sekaligus telah mendapatkan persetujuan dari dosen pembimbing.

Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Supriharyono, MS, sebagai pembimbing Utama.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Johannes Hutabarat, M.Sc, sebagai pembimbing Kedua.
3. Bapak Prof. Dr. Lachmuddin Sya'rani, sebagai Ketua Program Studi.
4. Ibu Asnaini Sya'rani, SPi, sebagai Kepala LPPMHP Semarang, dan rekan-rekan kerja, atas dukungannya.
5. Rekan Qadar Hasani dan Rahmat Patriadi, mahasiswa reguler S-1 MSP, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Angkatan 1997 Universitas Diponegoro Semarang, atas bantuannya dalam

pengambilan sampel serta mengidentifikasi benthos dalam penelitian ini.

6. Segenap Civitas Akademika Pasca Sarjana Program Studi Magister Manajemen Sumber Daya Pantai Universitas Diponegoro Semarang, yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.
7. Rekan-rekan dari BPPI Semarang, Bapedalda Kota Semarang, Balai Pengembangan Keselamatan Kerja dan Hyperkes Prop.Jateng. terima kasih atas kerjasamanya di lapangan dan analisa dilaboratorium.
8. Suami, anak-anak ku tercinta dan segenap anggota keluarga besar terima kasih atas semangat , dorongan moril dan doanya.
9. Semua pihak yang terkait dalam pembuatan tesis ini yang tidak kami sebut satu persatu.

Mengingat keterbatasan yang ada pada penulis maka sudah sewajarnya apabila tulisan ini masih jauh dari sempurna. Namun demikian tulisan ini telah melalui proses penyempurnaan yang melibatkan banyak pihak, utamanya adalah dosen pembimbing. Oleh sebab itu kami sangat mengharapkan adanya kritik dan saran guna meningkatkan kualitas laporan tesis ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan kelapangan jalan pada setiap umat Nya yang mau berikhtiar.

Semarang, Desember 2002

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ILUSTRASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan	6
1.3. Diagram Alir Pendekatan Masalah	7
1.4. Tujuan Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Kondisi Kawasan Pesisir	9
2.2. Pencemaran di Kawasan Pesisir dan Pengaruh yang Di Timbulkannya terhadap Ekosistem Lingkungan	10
2.3. Pengertian Senyawa Organik	14
2.3.1. Sumber senyawa organik	14
2.3.2. Keberadaan senyawa organik	15

2.4. Sumber-sumber Senyawa Organik yang Merupakan Limbah dari Kegiatan Manusia	16
2.4.1. Kegiatan Industri	16
2.4.2. Kegiatan Rumah Tangga (Domestik)	16
2.4.3. Kegiatan yang Menyebabkan Penambahan Sedimentasi	18
2.4.4. Kegiatan Pertanian	18
2.5. Kualitas Air di Kawasan Pesisir Ditinjau Secara Fisik, Kimia dan Biologi	19
2.5.1. Paramater Fisika Perairan	20
2.5.2. Paramater Kimia Perairan	23
2.5.3. Paramater Biologi Perairan	28
2.6. Peran Serta Masyarakat Kaitannya Dengan Masalah Pola Sanitasi Lingkungan dan Keberadaan Industri Dalam Mendukung Prokasih	37
BAB III METODE PENELITIAN	40
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	40
3.2. Metode Penelitian	40
3.2.1. Cara Pengambilan Sampel	40
3.2.2. Variabel	42
3.2.3. Lokasi Sampling	44
3.2.4. Jenis Data	46
3.3. Analisa Data	48
3.3.1. Parameter Fisika, Kimia dan Biologi	48

3.3.2. Analisa Pengaruh Pola Sanitasi Lingkungan Masyarakat sekitar Sungai ,Keberadaan Industri Terhadap Prokasih.....	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian	56
4.1.1. Daerah Aliran Sungai (DAS) Tapak	59
4.1.2. Daerah Aliran Sungai (DAS) Banjir Kanal Barat	60
4.1.3. Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon	62
4.2. Kondisi Kualitas Air di Kawasan Pesisir Semarang ...	64
4.2.1. Kondisi Kualitas Air di Kawasan Pesisir Semarang Ditinjau dari Segi Fisika	67
4.2.2. Kondisi Kualitas Air di Kawasan Pesisir Semarang Ditinjau dari Segi Kimia	76
4.2.3. Kondisi Kualitas Air dan Biota di Kawasan Pesisir Semarang Ditinjau Dari Segi Biologi ...	94
4.3. Pengaruh Pola Sanitasi Lingkungan Masyarakat dan Keberadaan Industri terhadap Prokasih	111
4.4. Keterkaitan Antara Pencemaran Bahan Organik Yang Ada di DPS Banjir Kanal Barat dengan di Muara Sungai (Kawasan Pesisir) dan Faktor-Faktor Penyebabnya.....	118
BAB V .KESIMPULAN DAN SARAN	120
5.1. Kesimpulan	120

5.2. Saran	121
DAFTAR PUSTAKA.....	124
LAMPIRAN	128
RIWAYAT HIDUP.....	160

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Produksi dan Nilai Produksi Pertambakan di Kota Semarang	3
2. Produksi dan Nilai Produksi Perairan Umum Kota Semarang	3
3. Luas Areal Perikanan di Kota Semarang	4
4. Penggolongan Kualitas Air Berdasarkan Parameter BOD ₅	25
5. Penggolongan Kualitas Air Berdasarkan Parameter Oksigen Terlarut (DO)	26
6. Korban Kasus Keracunan Makanan di Indonesia Periode Tahun 1992 sampai dengan Tahun 1998	35
7. Penyebab Keracunan Makanan Di Indonesia Periode Tahun 1992 sampai dengan Tahun 1998	36
8. Cara Mendapatkan Data Primer	47
9. Cara Mendapatkan Data Sekunder	48
10. Alat dan Metode Analisa Parameter Fisika dan Kimia	49
11. Klasifikasi Tingkat Pencemaran Berdasarkan Indeks Keanekaragaman	50
12. Kriteria Mutu Lingkungan Perairan	52
13. Prosentase Pemanfaatan Lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tapak	59
14. Kontribusi Beban Cemar Limbah Cair dari Kegiatan Industri ke Sungai Tapak	60
15. Pemanfaatan Lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Banjir Kanal Barat	61
16. Prosentase Pemanfaatan Lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Banjir Kanal Barat	61

17. Kontribusi Beban Cemar Limbah Cair Industri ke Sungai Banjir Kanal Barat	62
18. Peruntukan Sungai Babon Sesuai Surat Keputusan Gubernur Jawa Tengah No. 660. 1 / 26 / 1990	63
19. Prosentase Pemanfaatan Lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon	63
20. Kontribusi Beban Cemar yang di Terima Sungai Babon dari Kegiatan Industri	64
21. Hasil Analisis Kualitas Air di Kawasan Pesisir Semarang Sampling I tanggal 20 Juni 2001	65
22. Hasil Analisis Kualitas Air di Kawasan Pesisir Semarang Sampling II tanggal 21 Juli 2001	66
23. Pengukuran Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) di Masing-masing Stasiun Pengamatan	69
24. Pengukuran Kedalaman Air (cm) di Masing-masing Stasiun Pengamatan.....	72
25. Pengukuran Kecerahan (m) di Masing-masing Stasiun Pengamatan	73
26. Pengukuran kekeruhan (NTU) di Masing-masing Stasiun Pengamatan.....	74
27. Pengukuran TDS (mg/l) di Masing-masing Stasiun Pengamatan	75
28. Pengukuran BOD ₅ (mg/l) di Masing-masing Stasiun Pengamatan.....	77
29. Kontribusi Beban Pencemaran Limbah Cair yang diterima oleh Sungai Banjir Kanal Barat dari Kegiatan Industri disekitar DAS Banjir Kanal Barat	80

30. Hasil Pemantauan Kualitas Air di DPS Banjir Kanal Barat pada Bulan Juni 1999	81
31. Hasil Pemantauan Kualitas Air di DPS Banjir Kanal Barat pada Bulan September 1999	81
32. Hasil Pemantauan Kualitas Air di DPS Banjir Kanal Barat pada Bulan November 1999	82
33. Hasil Pemantauan Kualitas Air DPS Banjir Kanal Barat pada Bulan Mei 2000	82
34. Hasil Pemantauan Kualitas Air DPS Banjir Kanal Barat pada Bulan Agustus 2000	83
35. Hasil Pemantauan Kualitas Air DPS Banjir Kanal Barat Bulan pada Desember 2000	83
36. Hasil Pemantauan Kualitas Air DPS Banjir Kanal Barat pada Bulan pada Maret 2001	84
37. Hasil Pemantauan Kualitas Air DPS Banjir Kanal Barat pada Bulan Juli 2001	84
38. Pengukuran DO (mg/l) di Masing-masing Stasiun Pengamatan ...	86
39. Pengukuran BOT (mg/l) di Masing-masing Stasiun Pengamatan	89
40. Pengukuran COD (mg/l) di Masing-masing Stasiun	90
41. Pengukuran Salinitas ($^0/_{00}$) di Masing-masing Stasiun Pengamatan	93
42. Perhitungan Nilai TPC di Masing-masing Stasiun Pengamatan	95
43. Perhitungan nilai <i>Escherichia coli</i> di Masing-masing stasiun Pengamatan	99
44. Nilai <i>Escherichia coli</i> di Water Intake kawasan Sungai Banjir Kanal Barat (MPN/100 ml)	100

45. Jumlah Jenis (S), Indeks Keanekaragaman (H') dan Keseragaman (E) Makrobenthos di Masing-masing Stasiun Pengamatan	107
46. Hasil Uji korelasi antara variabel Sanitasi Lingkungan dan Keberadaan Industri dengan Prokasih pada masyarakat sekitar Lokasi Penelitian.....	117

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Diagram Alur Pendekatan Masalah	8
2. Grafik Temperatur di Masing-Masing Stasiun Pengamatan	69
3. Grafik Kedalaman di Masing-Masing Stasiun Pengamatan	73
4. Grafik Kecerahan di Masing-Masing Stasiun Pengamatan	73
5. Grafik Kekeruhan di Masing-Masing Stasiun Pengamatan	74
6. Grafik TDS di Masing-Masing Stasiun Pengamatan	75
7. Grafik BOD ₅ di Masing-Masing Stasiun Pengamatan	77
8. Grafik DO di Masing-Masing Stasiun Pengamatan	87
9. Grafik BOT di Masing-Masing Stasiun Pengamatan	89
10. Grafik COD di Masing-Masing Stasiun Pengamatan	90
11. Grafik Salinitas di Masing-Masing Stasiun Pengamatan	93
12. Grafik Perhitungan Nilai TPC	96
13. Grafik Perhitungan Nilai <i>Escherichia coli</i>	99

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Kepadatan Individu Jenis Makrobentos	128
2. Kuesioner tentang Sanitasi Lingkungan dan Keberadaan Industri terhadap program Prokasih	130
3.1. Hasil Kuesioner tentang Sanitasi Lingkungan dan Keberadaan Industri terhadap Program Prokasih di Sungai Tapak.....	135
3.2. Hasil Kuesioner tentang Sanitasi Lingkungan dan Keberadaan Industri terhadap Program Prokasih di Sungai Banjir Kanal Barat.....	138
3.3. Hasil Kuesioner tentang Sanitasi Lingkungan dan Keberadaan Industri terhadap Program Prokasih di Sungai Babon	141
4.1. Keterkaitan antara parameter DO, COD , Escherichia coli, TPC, dengan BOD5	144
4.2. Keterkaitan antara parameter DO, COD, Escherichia coli, TPC, BOD5,dan TDS dengan parameter Keanekaragaman biota.....	147
4.3. Pengaruh Sanitasi Lingkungan dan Industri terhadap Prokasih – pada masyarakat sekitar Sungai Tapak.	152
4.4. Pengaruh Sanitasi Lingkungan dan Industri terhadap Prokasih - pada masyarakat sekitar Sungai Banjir Kanal Barat.....	154
4.5. Pengaruh Sanitasi Lingkungan dan Industri terhadap Prokasih - pada masyarakat sekitar Sungai Babon.....	156

5. Peta Lokasi Penelitian	158
6. Kurva Pasang Surut Harian Pelabuhan Tanjung Mas Semarang.	159

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kawasan pesisir merupakan salah satu pusat dari berbagai macam aktivitas pembangunan. Hal ini disebabkan karena kawasan ini memiliki sumberdaya alam yang sangat kaya dan beragam, baik sumberdaya yang dapat diperbaharui maupun yang tidak dapat diperbaharui. Selain itu kawasan ini juga memiliki aksesibilitas yang sangat baik untuk berbagai kegiatan ekonomi seperti transportasi dan pelabuhan, industri, pemukiman dan pariwisata. Namun demikian seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan intensitas pembangunan, daya dukung ekosistem pantai dalam menyediakan segenap sumberdaya alam dan jasa lingkungan akan terancam rusak atau terjadi penurunan.

Sumberdaya pesisir umumnya bersifat pemilikan bersama (*common property*) yang dapat dimanfaatkan oleh semua orang. Setiap pengguna biasanya berprinsip memaksimalkan keuntungannya, sehingga terjadi konflik penggunaan sumberdaya dan *over exploitation*. Dari sudut pandang biofisik, pesisir bukan merupakan suatu ekosistem yang berdiri sendiri. Kawasan ini memiliki hubungan fungsional yang dinamis dengan ekosistem daratan dan lautan, baik melalui proses-proses hidrologi dan oseanografi maupun migrasi biota. Kondisi semacam ini membuat kawasan pesisir tidak

saja menerima dampak dari kegiatan yang berlangsung dikawasan pesisir, tetapi juga dari berbagai kegiatan yang ada didaratan dan laut lepas.

Kawasan pesisir Semarang seperti halnya kawasan pesisir dikota-kota besar lainnya di Indonesia mendapat ancaman serius terhadap kualitas air dan daya dukung lingkungannya disebabkan oleh adanya kegiatan yang berpotensi menurunkan kualitas sumber daya alamnya oleh limbah industri, limbah domestik, turbiditas dan dari kegiatan-kegiatan lain yang terjadi disepanjang sungai-sungai yang pada akhirnya bermuara dikawasan pesisir Semarang. Sungai-sungai besar yang berpotensi menerima beban cemaran tersebut adalah Sungai Tapak, Sungai Banjir Kanal Barat dan Sungai Babon. Menurut Sutamihardja (1992) kondisi pencemaran dikawasan pesisir kota-kota besar di Indonesia diperbesar dengan adanya peningkatan jumlah industri yang berpotensi mencemari lingkungan sebesar 11,8 % pertahun dan adanya pemusatan industri-industri disekitar daerah aliran sungai .

Limbah industri dan domestik diketahui mengandung bahan organik yang tinggi. Kondisi kualitas air yang diduga tercemari bahan organik ditandai dengan ditemukannya bakteri *pathogen* seperti *Escherichia coli*, *Salmonella*, terjadinya kenaikan konsentrasi beberapa variabel kimia seperti BOD₅, COD, DO dan terlampauinya nilai ambang batas dari beberapa variabel fisika seperti pH,

kekeruhan, TDS dan lain-lain. Beban cemaran organik memberikan kontribusi sekitar 60 - 70 % dari seluruh pencemaran yang terjadi di Indonesia (Kantor Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 1977).

Sebagian kawasan pesisir Semarang dimanfaatkan untuk kepentingan penangkapan ikan dan pertambakan. Diduga dengan terjadinya pencemaran organik dan bergesernya tata ruang, menyebabkan terjadinya penurunan produksi dan nilai produksi hasil tangkapan perairan umum dan pertambakan dari tahun-ketahun di kawasan pesisir kota Semarang.

Tabel 1. Produksi dan nilai produksi pertambakan dikota Semarang

Tahun	Produksi (ton)	Nilai (Rupiah)
1996	3.038,9	16.790.261
1997	2.365,5	15.939.237
1998	3.038,9	30.816.640
1999	808,7	8.931.451
2000	692,8	9.640.946

Sumber : Dinas Perikanan dan Kelautan Propinsi Jateng, 2001

Tabel 2. Produksi dan nilai produksi perairan umum dikota Semarang

Tahun	Produksi (ton)	Nilai (Rupiah)
1996	9,60	19.061.000
1997	17,80	92.115.000
1998	18,36	61.507.000
1999	18,77	40.786.000
2000	18,97	19.388.000

Sumber : Dinas Perikanan dan Kelautan Propinsi Jateng , 2001

Tabel 3 . Luas areal perikanan di kota Semarang

Tahun	Tambak (Ha)	Kolam (Ha)	Perairan Umum (Ha)	Jumlah (Ha)
1996	1560,27	5,49	323,50	1889,26
1997	1481,33	5,49	323,50	1810,32
1998	1196,46	5,54	323,50	1525,50
1999	1138,61	2,67	323,50	1464,78
2000	1245,26	3,35	323,50	1572,11

Sumber : Dinas Perikanan dan Kelautan Propinsi Jateng , 2001

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Tim Prokasih Bapedal Propinsi Jawa Tengah (tahun 1999,2000,2001) dan Bapedalda Kota Semarang (tahun 2000), diketahui kondisi kualitas air Sungai Tapak, Banjir Kanal Barat dan Sungai Babon telah mengalami pencemaran organik. Dari tahun ketahun menunjukkan pencemaran yang terjadi diwilayah sungai Tapak dan Sungai Babon telah sedikit mengalami penurunan , namun fluktuatif, kondisi kualitas air masih berada diatas baku mutu yang dipersyaratkan untuk kategori perairan umum dan biota. Sedangkan untuk kawasan Sungai Banjir Kanal Barat dari tahun-ketahun menunjukkan adanya peningkatan beban yang cukup serius (Laporan Prokasih Bapedalda kota Semarang, 1999,2000,2001).

Pengelolaan lingkungan termasuk didalamnya pengelolaan pencemaran bahan organik yang terjadi dikawasan pesisir Semarang penting untuk dilakukan dengan pertimbangan : 1)Kawasan pesisir

Semarang memiliki sumberdaya alam yang sangat besar dan terbatas sehingga perlu dijaga keseimbangan antara pemanfaatan, dan pelestarian fungsi untuk menjamin terwujudnya pembangunan berkelanjutan berwawasan lingkungan 2) Dalam era globalisasi salah satu cirinya adalah terbukanya arus perdagangan bebas antar negara, issue lingkungan dan HAM. Hal ini berarti bahwa dalam proses produksi barang dan jasa (termasuk didalamnya produk perikanan) harus tidak mengakibatkan rusak atau menurunnya kualitas lingkungan 3) Pengelolaan terhadap sumber-sumber pencemar secara jelas dan terperinci diwujudkan untuk meminimalkan beban kontribusi yang dibuang ke lingkungan kawasan pesisir . Pendekatan yang diambil adalah dengan peran aktif dan kerjasama antara pemerintah, para industriawan dan masyarakat sekitar sungai diwujudkan dalam bentuk upaya mencegah, menanggulangi dan mengendalikan terhadap pencemaran lingkungan.

Pada akhirnya penelitian mengenai kualitas air dikawasan pesisir Semarang secara fisika, kimia, biologi dan keterkaitan hubungan antara keberadaan industri, peran aktif masyarakat dalam mendukung Program Prokasih perlu dilakukan dalam rangka mengetahui kondisi kualitas air dan pendukungnya dikawasan pesisir Semarang guna pengelolaan sumber daya alam dikawasan pesisir secara baik dan berkesinambungan.

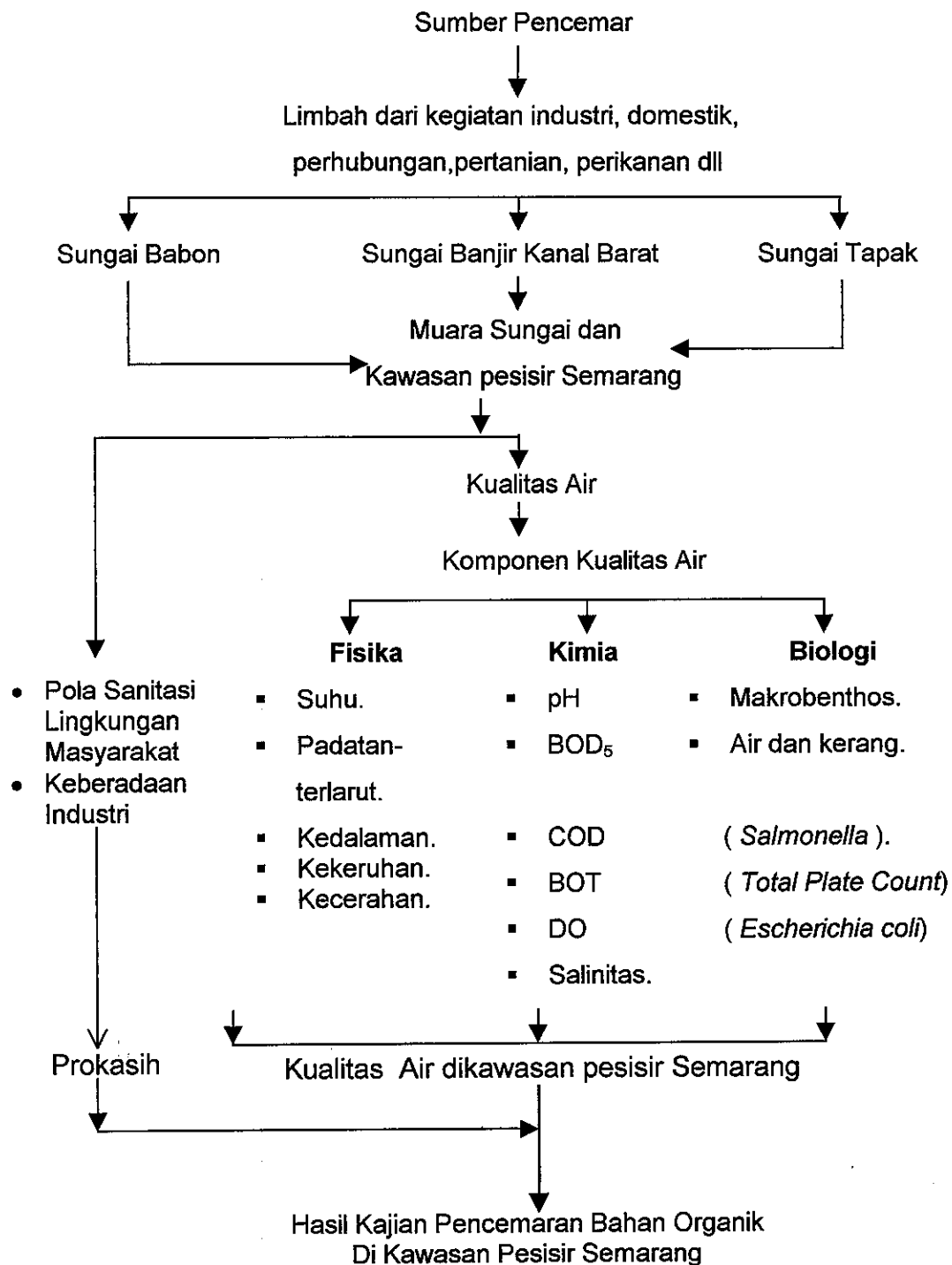
1.2. Permasalahan

Dari beberapa data sekunder yang ada diantaranya dari Laporan Prokasi Bapedal Propinsi Jawa Tengah, diketahui bahwa sekitar kawasan pesisir Semarang telah terjadi pencemaran organik dari sungai-sungai penyusunnya. Namun penelitian tersebut tidak dilengkapi dengan pandangan, sikap dan pola kehidupan masyarakat sekitar sungai kaitannya dengan sanitasi lingkungan, dan terhadap masalah - masalah pencemaran yang terjadi disekitar kawasan sungai dilingkungannya kaitannya dengan pencemaran bahan organik.

Kaitannya dengan hasil penelitian yang diharapkan dapat memberikan suatu masukan pada pihak yang berkepentingan yaitu pemerintah daerah dimana faktor "top down" dan "bottom up" perlu dilakukan secara bersama, maka kajian tentang pola kehidupan dan pandangan masyarakat terhadap sanitasi lingkungan dan keberadaan industri terhadap Prokasi perlu untuk dilakukan.

Skema pendekatan permasalahan dapat dilihat pada gambar ilustrasi 1 . Diagram alir pendekatan masalah.

1.3. Diagram Alir Pendekatan Masalah



Ilustrasi 1. Diagram Alir Pendekatan Masalah

1.4. Tujuan Penelitian :

1. Mengkaji kualitas air dikawasan pesisir Semarang melalui derajat pencemaran bahan organik, secara fisika, kimia dan biologi hubungannya dengan tingkat keanekaragaman biota makrobenthos dan kerang – kerangan.
2. Mengkaji hubungan antara pola sanitasi lingkungan pada masyarakat sekitar sungai dan keberadaan industri-industri terhadap Prokasih kaitannya dengan pencemaran bahan organik di kawasan pesisir Semarang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kondisi Kawasan Pesisir

Kawasan pesisir adalah pertemuan antara dataran dan lautan, kearah darat melalui bagian daratan (baik kering maupun yang terendam air) yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan air asin. Kearah laut kawasan pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi didaratn seperti sedimentasi dan aliran air tawar (Nirnama, 1976).

Kawasan pesisir atau estuaria menjadi tempat pengendapan bahan-bahan yang terbawa oleh ombak, arus sungai maupun hujan lebat. Proses perubahan fisika, kimia dan biologi dikawasan ini berinteraksi satu dengan lainnya.

Menurut Sutamihardja (1982) bahwa perubahan-perubahan yang terjadi dikawasan pesisir sebagian besar berasal dari aktivitas manusia dikawasan pesisir itu sendiri. Karena perairan tidak memiliki batas-batas yang jelas, maka pencemaran air dapat berakibat luas. Keadaan ini disebabkan pula oleh pergerakan massa air, angin dan arus yang terjadi disepanjang pesisir.

2.2. Pencemaran di Kawasan Pesisir dan Pengaruh Yang Ditimbulkannya Terhadap Ekosistem Lingkungan.

Kawasan pesisir merupakan tempat bertemunya aliran air dari beberapa daerah aliran sungai (DAS), dimana DAS tersebut terdiri dari beberapa sub DAS yang menampung, menyimpan dan mengalirkan seluruh partikel yang diterima dari sisa kegiatan (limbah) yang berada didaratan maupun kegiatan sekitar kawasan pesisir itu sendiri. Sehubungan dengan hal tersebut, maka status kawasan pesisir di tentukan oleh kualitas dan kuantitas limbah yang dibuang. Disamping itu juga ditentukan oleh faktor-faktor yang mendukung kemampuan asimilatifnya seperti luasnya volume air penerima dan kondisi hidrooseanografi. Bila limbah yang dibuang melebihi kapasitas asimilatifnya, maka dampak ekologis yang timbul akan bersifat kompleks. Hal ini karena ekosistem tersebut sangat rentan terhadap berbagai gangguan lingkungan, sehingga bila sudah terganggu dampaknya akan dapat meluas ke sumber daya lain dalam satu kawasan ekosistem .

Meskipun dalam batas-batas tertentu, kawasan pesisir memiliki kemampuan pulih sendiri (*self purification*), akan tetapi bila kemampuan pulih sendiri terlampaui, maka terjadinya pencemaran tidak dapat dihindari.

Pencemaran dikawasan pesisir adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain kedalam ekosistem pesisir oleh kegiatan manusia atau oleh proses

alam sehingga kualitas air dikawasan pesisir turun sampai tingkat tertentu, yang menyebabkan kawasan pesisir menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya (MENKLH-02/1988).

Difinisi pencemaran menurut Odum (1971) adalah perubahan sifat fisika, kimia dan biologi yang tidak dikehendaki terhadap tanah, air dan udara. Perubahan tersebut dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup, proses produksi, tempat tinggal dan sumber-sumber bahan mentah lainnya. Clark (1986) mengartikan pencemaran pesisir sebagai dimasukkannya oleh manusia, kedalam lingkungan pesisir yang menyebabkan berbagai pengaruh terhadap sumberdaya hayati, membahayakan kesehatan manusia, mengganggu kegiatan dikawasan pesisir, mengurangi manfaat pesisir dan kenyamanan.

Menurut Hynes (1974), pencemaran perairan diakibatkan oleh masuknya zat-zat beracun, bertambahnya padatan tersuspensi, reduksi dan meningkatnya suhu. Wardoyo (1978) menambahkan bahwa keberadaan limbah pada badan air akan merubah ekosistem perairan dan komunitas biotanya. Menurut Sutamihardja (1978) pencemaran dikawasan pesisir diakibatkan oleh berbagai aktivitas manusia didarat maupun dikawasan pesisir itu sendiri. Pencemaran dapat menyebabkan gangguan kesehatan, sanitasi dan kerugian sosial ekonomi. Adanya zat pencemar dalam perairan berpengaruh terhadap tiga komponen parameter perairan yaitu : (1) Parameter fisika meliputi kedalaman, kekeruhan, substrat dasar dan suhu, (2)

Parameter kimia meliputi oksigen terlarut, kesadahan, hara dan (3). Parameter biologi (komunitas biota) (Riadi, 1984).

Dari berbagai definisi tentang pencemaran pada dasarnya didapat suatu pengertian yang sama yaitu keberadaan suatu zat atau makhluk hidup yang dapat menurunkan mutu, lingkungan atau kualitas lingkungan dan sumberdaya lain. Menurut Boyd (1982) kualitas lingkungan perairan adalah suatu kelayakan perairan untuk menunjang kehidupan dan pertumbuhan organ .

Soutwick (1976) membedakan sumber pencemaran perairan menjadi dua golongan yaitu : (1) Pencemar organik berupa pengkayaan hara, sehingga terbentuk komunitas biota dengan produksi yang berlebihan (2) Zat-zat toksik yang dapat melenyapkan organisme hidup karena terganggunya proses kehidupan dan (3) Bahan pencemar fisik (padatan tersuspensi dan zat koloidal).

Sastrawijaya (1991) dan Mahida (1993) merinci beberapa sumber pecemar diperairan :

1. Bahan organik seperti limbah yang berasal dari kotoran manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan hidup serta limbah dari industri pengolahan makanan dan industri lainnya.
2. Penyakit yang disebabkan oleh sampah yang berasal dari organisme.
3. Hara tanaman seperti fosfor dan nitrogen .
4. Zat-zat persisten yang bersifat tahan urai .
5. Sedimentasi (lumpur) .

6. Zat-zat radioaktif sebagai hasil dari pengelolaan zat reaktif dalam industri – industri maupun bidang kedokteran .
7. Panas yang disebabkan oleh pembangkit tenaga listrik dan pabrik.
8. Minyak dan lemak.
9. Anion (sulfida, sulfit dan sianida).
10. Gas (Chlor dan amonia).
11. Logam.
12. Pestisida.

Kualitas air dikawasan pesisir tidak terlepas dari kapasitas perairan tersebut terhadap masukan bahan pencemar. Apabila kapasitas asimilasi terlampaui hal ini akan menurunkan daya dukung, nilai guna serta fungsi perairan bagi peruntukan lain (Dahuri ,1992). Tingkat toksisitas bahan pencemar diperairan menurut Saeni (1989) dipengaruhi oleh : (1) Intensitas bahan pencemar, (2) Volume air, (3) Morfometrik, (4) Kedalaman, (5) Topografi dan geografi dan (6) Iklim.

Hal lain yang dapat mengakibatkan pengenceran kandungan limbah dalam kawasan pesisir adalah pasang surut. Menurut Pariworo *et al* (1989) pasang surut akan menggerakkan massa air secara horizontal, sehingga massa air memasuki daerah muara dan sungai kearah hulu. Pasang surut akan membawa bahan pencemar disekitar sungai atau estuaria. Dengan demikian selain proses

pengenceran, pasang surut merupakan salah satu fenomena alam yang berperan dalam penyebaran zat pencemar.

2.3. Pengertian Senyawa Organik

Sawyer (1994) menyebut bahwa senyawaan organik adalah senyawaan yang mengandung unsur karbon yang berkaitan dengan satu atau lebih unsur-unsur lainnya. Selain karbon, senyawaan organik alam juga mengandung unsur-unsur mayor seperti hidrogen dan oksigen dan unsur-unsur minor seperti nitrogen, fosfor, belerang dan kadangkala halogen dan beberapa logam. Ia membedakan sifat senyawaan organik dari anorganik berdasarkan pada tujuh hal, dalam hal tersebut senyawaan organik lebih mudah terbakar, titik didih dan titik lelehnya lebih rendah, lebih mudah berisomerisasi, cenderung melakukan reaksi molekuler, mempunyai berat molekul yang relatif lebih tinggi dan merupakan sumber bahan makanan bagi bakteri.

2.3.1. Sumber Senyawaan Organik

Sumber senyawaan organik menurut Sawyer (1984) dapat dikelompokkan kedalam tiga sumber yaitu alam (misalnya fiber, minyak hewan dan tumbuhan, alkaloid, selulosa, pati, gula); sintesis misalnya nilon, plastik, obat-obatan pupuk, pestisida (misalnya DDT, diedrin, aldrin, endrin, organochlorin, karbamat, herbisida, fungisida dan lain-lain); dan fermentasi (misalnya alkohol, aseton,

gliserol, antibiotik, berbagai jenis asam, produk-produk karena aksi mikroorganisme terhadap bahan organik lainnya).

Dari berbagai sumber tersebut menurut Shriner (1964) masih dapat dikelompokkan kedalam dua golongan berdasarkan kelarutannya dalam air, yaitu zat - zat yang larut dalam air dan eter, terdiri dari alkohol berberat molekul rendah, aldehida, keton, asam organik, ester, amina nitril, dan asam klorida, kecuali itu zat-zat yang terlarut dalam air tetapi tidak larut dalam ether, mereka itu adalah polihidroksi alkohol, diamina, karbohidrat, garam-garam amina organik, garam-garam logam organik, asam polibasa organik, hidroksi aldehida, hidroksi keton, hidroksi anorganik, asam amino ; yang kedua adalah zat-zat yang tak larut dalam air, terdiri dari asam organik berberat molekul tinggi, fenol, sulfonamida dari amina primer, senyawa nitro primer dan sekunder, iodida organik, tofenol, hidrokarbon alifatik dan aromatis serta turunan halogennya.

2.3.2. Keberadaan Senyawa Organik

Semua jenis senyawa tersebut, keberadaannya dilingkungan menurut Connel (1995) berkaitan erat dengan dinamikanya dalam keempat kompartemen atau fase - fase utama penyusun ekosfer bumi yaitu udara, air tanah dan biota (mahluk hidup); sedangkan McKinney (1981) secara lebih jelas menyatakan bahwa secara fisik zat - zat kimia tersebut dapat terdistribusi atau bertempat tinggal dibagian utama lingkungan

atau pada antar permukaan dari tanah-air, sedimen-air, air-udara dan udara-tanah sedangkan perjalanan zat-zat kimia itu untuk bisa sampai ketempat-tempat tersebut biasanya mengikuti perubahan-perubahan atau siklus alam melalui berbagai media seperti udara, air, tanah dan rantai atau jaringan makanan.

2.4. Sumber – Sumber Senyawa Organik yang Merupakan Limbah dari Kegiatan Manusia

2.4.1. Kegiatan Industri.

Kegiatan industri yang limbahnya potensial mencemari lingkungan adalah industri pulp, tekstil, pelapisan logam, pengolahan makanan, farmasi dan kimia. Limbah dari industri tersebut selain mengandung logam berat seperti mercury (Hg), chrom (Cr), cadmium (Cd), timah hitam (Pb), tembaga (Cu), dan seng (Zn), juga mengandung bahan organik seperti nitrat, nitrit dan phosphat.

2.4.2. Kegiatan Rumah Tangga (Domestik)

Limbah domestik yang dimaksud adalah limbah cair yang berasal dari masyarakat urban, termasuk limbah kota (municipal) dan aktivitas industri, yang masuk ke sistim saluran pembuangan kota. Pada umumnya limbah domestik mengandung sampah padat yang berupa tinja dan cairan yang berasal dari sampah rumah tangga. Menurut GESAMP(1976) limbah domestik umumnya mempunyai 5 (lima) sifat utama yaitu (1) Mengandung bakteri,

parasit dan kemungkinan virus, dalam jumlah banyak sering mengkontaminasi dalam tubuh kerang-kerangan (*shellfish*) dan areal mandi di pesisir laut. (2) Mengandung bahan organik dan padatan tersuspensi sehingga BOD₅ tinggi. (3) Padatan (organik dan anorganik) yang mengendap didasar perairan. Komponen organik akan terurai secara biologis, sebagai akibatnya kandungan oksigen berkurang. (4) Kandungan unsur hara terutama fosfor dan nitrogen tinggi sehingga menyebabkan terjadi yutrofikasi. (5) Mengandung bahan terapung berupa bahan-bahan organik dan anorganik dalam bentuk tersuspensi. Kondisi ini mengurangi kenyamanan dan menghambat laju fotosintesis serta mempengaruhi proses pemurnian alam (*self purification*).

Penambahan bahan organik dan anorganik dari sampah dapat meningkatkan kadar kekeruhan akibat bertambahnya padatan tersuspensi, meningkatnya turbiditas sehingga mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam perairan selanjutnya akan menurunkan suhu dan produktivitas perairan (Supriharyono, 2000).

Sampah berupa kotoran manusia banyak mengandung bakteri *Escherichia coli* yang mempunyai sifat pathogenik bagi manusia dan didalam perairan merupakan indikator terjadinya pencemaran air. Salah satu faktor yang mempengaruhi sifat pathogenik *Escherichia coli* adalah kemampuannya untuk melakukan adesi pada sel - sel hewan dan manusia. *Escherichia*

coli merupakan flora normal didalam saluran pencernaan hewan dan manusia yang mudah mencemari air. Oleh karena itu kontaminasi bakteri ini pada makanan biasanya berasal dari kontaminasi air yang digunakan. Bahan makanan yang sering terkontaminasi oleh *Escherichia coli* adalah ikan dan makanan hasil laut lainnya (Imam , 1999).

2.4.3. Kegiatan Yang Menyebabkan Penambahan Sedimentasi

Kegiatan yang dilakukan didarat yang menimbulkan erosi akan menyebabkan meningkatnya proses sedimentasi didaerah pesisir. Kegiatan tersebut seperti penebangan pohon dihutan, pembukaan lahan pertanian yang tidak sesuai dengan tata guna lahan, penambangan pasir dan lain-lain. Kelebihan sedimen cenderung dapat membunuh hewan-hewan yang bernafas dengan insang dan hewan-hewan pemakan sedimen / detritus yang non selektif (Yusuf , 1995).

2.4.4. Kegiatan Pertanian

Kegiatan pertanian berupa pemupukan yang menggunakan urea, ZA ataupun TSP yang mengandung unsur nitrogen dan phosphor , secara tidak langsung (melalui aliran sungai) dapat menyebabkan yutrofikasi perairan dan tumbuhnya gulma air termasuk fitoplankton, sehingga terjadi proses pembusukan dan pengendapan yang dapat menimbulkan bau busuk dari H_2S dan NH_3 dan

meyebabkan berkurangnya kandungan oksigen yang terlarut dalam air. Demikian pula residu pestisida yang berasal dari kegiatan pemberantasan hama pertanian akan terbawa oleh aliran sungai dan mengendap dimuara sungai atau mengalami dilusi (pengenceran), degradasi kimiawi maupun biologi (Yusuf, 1995).

2.5. Kualitas Air di Kawasan Pesisir di Tinjau Secara Fisika, Kimia dan Biologi

Kawasan pesisir menjadi tempat pengendapan bahan-bahan yang terbawa oleh arus dan sungai. Proses perubahan fisika, kimia dan biologi dikawasan pesisir berinteraksi antara satu dengan yang lainnya. Bila salah satu faktor terganggu atau mengalami perubahan akan berdampak terhadap sistem ekologi pesisir secara keseluruhan. Menurut Clark (1974) kualitas air dikawasan pesisir sangat ditentukan oleh pengaruh yang diterima dari kawasan disekitarnya. Bahan-bahan pencemar yang ada dikawasan pesisir akan mengikuti arus pasang surut. Bahan-bahan terperangkap dalam suatu jarak tertentu (terakumulasi), sehingga dapat melampaui kapasitas asimilasinya.

Limbah yang dibuang kekawasan pesisir akan menambah partikel-partikel kecil dan unsur hara dalam jumlah yang besar. Pada perairan teluk yang agak tertutup pengaruhnya cukup fatal bagi biota akuatik. Pembuangan limbah domestik dalam jumlah besar dapat

merangsang pertumbuhan phytoplankton dan menyebabkan kerusakan komunitas terumbu karang (Nybakken, 1984).

Terjadinya pencemaran dikawasan pesisir dapat diteliti melalui tiga komponen parameter perairan yaitu (1) Fisika, (2) Kimia, (3) Biologi (komunitas biota) (Riadi, 1984).

2.5.1. Parameter Fisika Perairan

Kondisi fisik perairan berpengaruh langsung dan tidak langsung terhadap biota perairan. Pengaruh langsung diantaranya dapat berupa pembatasan ruang gerak, mengurangi jangkauan penglihatan dan gangguan terhadap proses respirasi. Sedangkan pengaruh tidak langsung merupakan dampak lanjutan dari penurunan kualitas perairan akibat kehadiran bahan pencemar. Keberadaan zat pencemar dalam perairan dipengaruhi oleh sifat perairan seperti pasang surut, arus, suhu dan morfologi (Abel, 1989). Sehubungan dengan hal tersebut, kondisi fisik perairan yang diamati dalam penelitian ini meliputi suhu, padatan terlarut, kekeruhan, kedalaman, dan kecerahan.

2.5.1.1. S u h u

Suhu merupakan faktor lingkungan yang cukup penting bagi kehidupan biota perairan. Menurut Brown (1975) penyebab perubahan suhu perairan sangat ekstrim dapat terjadi karena pembuangan limbah panas pada suatu badan air.

Fluktuasi suhu perairan menurut Welcomme (1985) berpengaruh terhadap keberadaan suatu jenis organisme. Peningkatan dan penurunan suhu perairan dipengaruhi oleh derajat ketinggian tempat, komposisi substrat, kekeruhan, curah hujan, angin, pertukaran udara dengan permukaan, suhu air limbah dan reaksi-reaksi kimia yang terjadi dalam air. Menurut Nybakken (1988) perairan pesisir yang dalam memiliki stratifikasi suhu antara bagian permukaan dan dasar. Perbedaan ini akan berpengaruh terhadap struktur komunitas organisme penghuninya.

Kenaikan suhu sebesar 10°C dapat mengakibatkan ikan tertekan dan laju metabolisme meningkat dua kali lipat (Supriharyono; 1998). Kenaikan suhu akan mempercepat siklus hidup beberapa serangga air. Suhu optimum dari beberapa jenis molusca adalah 20°C . Apabila melewati suhu tersebut akan mengulangi aktivitas kehidupan yang baik dalam proses memijah, pembentukan embrio dan laju metabolisme (Clark, 1974).

2.5.1.2. Padatan Terlarut (TDS)

Banyaknya padatan terlarut dalam suatu perairan akan menurunkan penetrasi cahaya, sehingga dapat menurunkan aktivitas fotosintesa tumbuhan air. Didasar perairan, padatan tersuspensi secara perlahan akan menutupi organisme benthos dan dapat mempengaruhi rantai makanan (Canter dan Hill, 1979).

Bagi keberhasilan suatu usaha perikanan, NTAC (1968) menyatakan agar padatan terlarut tidak lebih dari 400 mg/l.

Padatan terlarut menunjukkan tingkat kepekatan padatan dalam suatu volume air. Sastrawijaya (1991) menyatakan perairan dapat mengandung larutan yang berupa zat organik dan anorganik. Jika bahan terlarut berupa hara, maka perairan tersebut akan memiliki produktivitas tinggi. Sebaliknya jika zat terlarut merupakan unsur yang berbahaya seperti merkuri akan meracuni biota perairan yang tidak jarang dapat mengakibatkan kematian.

2.5.1.3. Kekeruhan (Turbidity)

Kekeruhan atau turbidity adalah gambaran sifat optik air dari suatu perairan yang ditentukan berdasarkan banyaknya sinar (cahaya) yang dipancarkan dan diserap oleh partikel-partikel yang ada didalam air. Kekeruhan terutama dipengaruhi oleh bahan-bahan tersuspensi seperti lumpur, pasir, bahan organik dan anorganik, plankton serta organisme mikroskopik lainnya.

Secara langsung kekeruhan dapat mengganggu proses pernafasan organisme perairan seperti menutupi insang ikan. Kekeruhan juga dapat mengurangi penetrasi cahaya kedalam perairan. Welch(1952) mengartikan kekeruhan sebagai suatu istilah yang digunakan untuk menyatakan derajat kegelapan didalam air yang disebabkan oleh bahan-bahan yang melayang

(tersuspensi). Menurut Wardoyo (1978) derajat kecerahan suatu perairan dipengaruhi oleh inklinasi cahaya, panjang gelombang dan warna air.

Nilai kekeruhan air erat kaitannya dengan kecerahan yang terukur. Semakin rendah nilai kekeruhan, maka semakin tinggi nilai kecerahannya.

2.5.2. Parameter Kimia Perairan

Parameter kimia perairan yang diukur merupakan gambaran atas kondisi perairan yang memperoleh kontribusi limbah organik. Parameter kimia yang dianalisa dalam penelitian ini meliputi pH (derajat keasaman), BOD₅, DO, COD, salinitas, dan BOT (Bahan Organik Total).

2.5.2.1. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam larutan. Nilai pH air dapat mempengaruhi jenis dan susunan zat dalam lingkungan perairan serta mempengaruhi kandungan hara dan toksisitas dari unsur-unsur renik (Saeni, 1989). Perubahan keseimbangan nilai asam dan basa menurut Mahida (1993) dapat dipengaruhi oleh buangan limbah industri dan rumah tangga.

Setiap organisme perairan mempunyai batas toleransi terhadap pH, walaupun pendapat ini bervariasi pada tingkat toleransinya. Batas toleransi terhadap pH, sangat bervariasi tergantung dari suhu air, oksigen serta adanya berbagai anion dan kation serta jenis dan stadium organisme (Pescod, 1973).

2.5.2.2. Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD₅)

Kebutuhan oksigen biokimia (BOD₅) adalah parameter kualitas air yang penting. Nilai BOD₅ menunjukkan banyaknya oksigen yang digunakan oleh dekomposer untuk menguraikan bahan organik dalam volume air tersebut. Perairan yang memiliki nilai BOD₅ tinggi dan tidak mempunyai kemampuan untuk menambah konsentrasi oksigen yang habis digunakan oleh mikroorganisme dalam merombak bahan organik baik yang terlarut maupun yang tersuspensi selama 5 (lima) hari pada suhu konstan 20°C (Laerts dan Santika, (1984) dan Manahan (1975)). Proses perombakan ini dapat menurunkan konsentrasi oksigen sampai pada tingkat terendah.

Menurut Lee *et al* (1978) menggolongkan tingkat kualitas air berdasarkan nilai BOD₅ disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Penggolongan kualitas air berdasarkan parameter BOD₅.

Kisaran konsentrasi BOD ₅ (ppm)	Kriteria kualitas perairan
2,9	Tidak tercemar
3,0 - 4,9	Tercemar ringan
5,0 - 14,9	Setengah tercemar
15,0	Tercemar berat

Sumber: Lee *et al*, (1978)

2.5.2.3. Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)

Kebutuhan oksigen kimia (COD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi semua bahan kimia dalam air. Nilai COD selalu lebih besar dari pada nilai BOD₅. Hal ini karena jumlah senyawa kimia yang bisa dioksidasi secara kimia lebih besar dibandingkan secara biologis (Saeni, 1989).

Laerts dan Santika (1984) menyatakan bahwa tinggi nilai COD dapat digunakan sebagai indikator perairan akibat zat-zat pencemar tahun urai. Zat-zat tersebut dapat berasal dari limbah industri dan pertanian.

2.5.2.4. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan unsur kunci untuk menentukan keseimbangan dan kemantapan kehidupan dalam air. Rendahnya konsentrasi oksigen sangat berbahaya bagi kehidupan organisme perairan. Konsentrasi oksigen terlarut selalu merupakan komponen utama yang selalu diukur dalam menentukan kualitas perairan. Menurut Welch (1952) fluktuasi kandungan oksigen terlarut harian dipengaruhi oleh banyaknya

tumbuhan air. Laerts dan Santika (1984) menyatakan bahwa kelarutan oksigen dalam air dapat mencapai 14,6 mg/l pada suhu 0°C dan 7 mg/l pada suhu 35°C .

Pada perairan yang menerima limbah organik, proses dekomposisi bahan yang dilakukan oleh bakteri memerlukan oksigen yang cukup. Bila jumlah bahan organik melimpah, aktivitas perombakan bakteri memerlukan oksigen yang sangat banyak, sehingga konsentrasi oksigen diperairan menjadi berkurang bahkan dalam kondisi tertentu, kondisi oksigen kurang dari 1 ppm dapat mematikan organisme perairan hanya dalam selang waktu beberapa hari Swingle (1965). Lebih lanjut Lee *et al* (1978) menggolongkan kualitas air berdasarkan kandungan oksigen terlarut (DO) (Tabel 5).

Tabel. 5. Penggolongan kualitas air berdasarkan kandungan oksigen terlarut (DO)

Gol	Kandungan Oksigen Terlarut (DO) mg/l	Kualitas Air
I	6,5	Tidak tercemar atau tercemar sangat ringan
II	4,5 - 6,4	Tercemar ringan
III	2,0 - 4,4	Setengah tercemar atau sedang
IV	< 2,0	Tercemar berat

Sumber : Lee *et al* (1978)

2.5.2.5. Bahan Organik Total (BOT)

Bahan Organik Total (BOT) adalah parameter yang menggambarkan kandungan bahan organik yang dapat dioksidasi oleh KMnO_4 , dan asam kuat (H_2SO_4). Bahan organik yang dikandung dalam perairan berada dalam bentuk suspensi, koloid, terlarut maupun dalam bentuk ukuran yang lebih besar lagi atau dalam bentuk hidup seperti seston serta dalam bentuk mati seperti tripton dan detritus. Banyaknya bahan organik diperairan akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut didalam perairan.

2.5.2.6. Salinitas

Salinitas sangat berpengaruh terhadap penyebaran organisme invertebrata pada suatu perairan. Kadar salinitas pada suatu perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor – faktor seperti arus, temperatur, dan aliran sungai yang masuk ke suatu perairan. Selain itu pergantian musim (kemarau dan penghujan) juga akan mengakibatkan terjadinya variasi salinitas di perairan estuaria (Hutabart dan Evans, 1984).

Daerah estuaria memiliki struktur salinitas yang kompleks karena terjadi pengadukan dan pencampuran air tawar dengan air laut. Stratifikasi salinitas di daerah ini dapat berupa stratifikasi kuat, sedang dan pengadukan vertikal kuat. Stratifikasi kuat terjadi bila air tawar merupakan lapisan yang tipis

dipermukaan. Stratifikasi sedang dipengaruhi oleh pasang surut yang menyebabkan pengadukan pada air, sehingga terjadi pertukaran air secara vertikal. Air tawar mengalir ke luar dan air laut menyerap masuk ke bawah. Pengadukan vertikal kuat terjadi karena pengaruh pasang surut, sehingga perairan menjadi homogen secara vertikal. Pada saat surut salinitas didominasi oleh air tawar. Sebaliknya pada saat pasang air laut yang menentukan salinitas (Nontji, 1987).

Salinitas perairan sangat berpengaruh terhadap daya tahan tubuh dan sistem osmoregulasi organisme perairan. Menurut Nybakken (1988) salinitas di berbagai tempat pada lautan terbuka yang jauh dari pantai memiliki variasi yang sempit yaitu 34 % - 37 % dengan rata-rata 35 %. Perbedaan salinitas terjadi karena perbedaan evaporasi dan presipitasi.

Menurut Odum (1971) konsentrasi salinitas sangat tergantung pada musim, topografi, pasang surut dan jumlah air tawar yang masuk ke laut. Pada saat pasang, air laut masuk ke daerah hulu, sebaliknya pada saat surut akan menggeser isohalin ke arah hilir.

2.5.3. Parameter Biologi

2.5.3.1. Biota Air Sebagai Indikator Kemantapan Ekosistem Perairan

Pada dasarnya kematapan ekosistem perairan dicirikan oleh keanekaragaman dan vitalitas hidup biota air tersebut yang

ditentukan oleh dua hal yaitu : (1) Faktor Pembatas dan (2) Daya toleransi. Faktor pembatas didefinisikan sebagai faktor-faktor yang keberadaannya dalam jumlah atau rentang tertentu didalam ekosistem perairan cenderung untuk menghambat laju perkembangbiakan atau kecepatan metabolisme biota air. Sedangkan keberhasilan hidup dari biota air untuk tumbuh dan berkembang secara alami di dalam perairan sangat tergantung kepada daya toleransinya terhadap perubahan berbagai faktor lingkungan yang sangat kompleks.

Perubahan yang terjadi pada ekosistem perairan, misalnya akibat masuknya bahan pencemar, akan menyebabkan berubahnya perilaku, penyebaran dan kelimpahan jenis biota air. Karena kumpulan jenis (spesies) biota itu merupakan populasi, yang secara totalitas nantinya membentuk komunitas, maka perubahan kualitas lingkungan tersebut dapat mengakibatkan terjadinya perubahan pada struktur komunitas biota air tersebut.

Kehidupan didalam perairan biasanya ditandai dengan bentuk struktur komunitas yang khas, meskipun lingkungannya berada dalam kondisi tidak optimum. Keadaan struktur komunitas yang khas itu dapat dijadikan indikator untuk memulai kemantapan ekosistem perairan dimana biota air tersebut berada.

a. Organisme Benthos Sebagai Indikator Pencemaran

Hewan benthos adalah organisme yang hidup dipermukaan dasar atau didalam dasar suatu perairan. Substrat dasar terdiri

dari sedimen lumpur, pasir, liat dan sedikit substrat keras. (Odum, 1971) Batasan hewan makrobenthos adalah hewan yang dapat bersaing pada ukuran mata saring $2,0 \times 0,5$ mm atau $1,0 \times 1,0$ mm. Karena hidupnya relatif menetap didasar perairan, maka benthos dapat digunakan sebagai indikator pencemaran. Jika terjadi pencemaran air atau perubahan kualitas air (sifat fisika dan kimia) maka hewan benthos akan sulit untuk menghindarkan diri. Hal ini akan berpengaruh terhadap komposisi, kelimpahan dan keanekaragaman jenis (Lee *et al*, 1978).

Benthos memegang peranan penting dalam kehidupan diperairan. Hal ini disebabkan 1) Benthos mempunyai peranan siklus nutrisi didasar perairan, 2) Benthos merupakan makanan bagi ikan yang besar, dan 3) Komunitas benthos diperairan dangkal telah digunakan sebagai alat utama untuk mengevaluasi pencemaran suatu lingkungan, karena kehidupan benthos sangat erat dengan dasar perairan.

Parameter kualitas air yang mendukung kehidupan benthos antara lain bahan organik dan detritus, sedangkan faktor penghambat seperti suhu dan kekeruhan. Lee *et al* (1978) menyatakan bahwa evaluasi suatu lingkungan perairan akan lebih lengkap dan teliti bila digunakan organisme indikator sebagai suatu cara untuk mempermudah pendugaan kualitas perairan tersebut, indikator yang sering digunakan adalah hewan benthos, hal ini disebabkan 1) Tingkat kepekaan organisme berbeda-beda terhadap berbagai jenis uji bahan pencemar dan memberikan

reaksi yang cepat, 2) Kemampuan mobilitasnya rendah sehingga secara langsung dipengaruhi oleh substansi lingkungan, dan 3) Mudah ditangkap dan dianalisa.

b. Mikroorganisme (bakteri) Sebagai Indikator Adanya Pencemaran Lingkungan

Pencemaran air dikawasan sungai dan pesisir diantaranya diakibatkan oleh karena buangan industri, domestik, dan lain-lain. Pada negara berkembang, pencemar domestik merupakan 85% dari seluruh pencemar yang memasuki suatu badan air. Sehingga prosentase kehadiran pencemar domestik dibadan air sering dijadikan indikator maju tidaknya suatu negara. Hal tersebut tidak dapat disangkal, mengingat kebiasaan (tatacara) masyarakat negara berkembang membuang berbagai jenis sampah ke badan air tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu (Suriawiria, 1996).

Limbah domestik yang dimaksud disini adalah limbah cair yang berasal dari masyarakat urban, termasuk limbah kota dan aktivitas industri yang masuk ke sistem saluran pembuangan kota. Umumnya limbah domestik mengandung sampah padat berupa tinja dan cair berasal dari buangan rumah tangga. Salah satu sifat limbah domestik menurut GESAMP (1976) adalah mengandung bakteri atau parasit dan kemungkinan virus dalam jumlah yang banyak sehingga terkontaminasi dalam tubuh

kerang-kerangan (*shellfish*) dan areal mandi dikawasan pesisir atau laut.

Bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri yang umum terdapat pada tinja manusia dan diperairan laut yang tercemar. Karenanya bakteri tersebut sering digunakan sebagai indikator pencemaran limbah domestik (Bonde, 1962 dan NTAC, 1968).

Dari sejumlah tinja yang setiap hari dihasilkan oleh manusia antara 100 s/d 150 gr ternyata didalamnya terkandung sekitar 300 milyar sel bakteri *coli*. Pada umumnya bakteri tersebut mempengaruhi kualitas produksi perikanan laut (Suriawiria, 1996).

Secara epidemik / endemik penyakit dengan faktor perantara air merupakan masalah rutin di Indonesia. Sekitar 3.500.000 anak dibawah usia 2 tahun / tahun diserang berbagai penyakit perut dengan jumlah kematian mencapai 105.000 orang/ tahun (Gunawan, 1999).

Selain bakteri *Coli*, jenis-jenis bakteri lain yang ditemukan pada perairan laut yang tercemar limbah domestik adalah *Streptococcus*, *Salmonella* dan *Vibrio*. Kedua bakteri terakhir merupakan bakteri pathogen disamping *Coli* dan temukan pada biota laut. *Escherichia coli* merupakan flora normal pada saluran pencemaran manusia dan hewan yang mudah mencemari air. Oleh karena itu kontaminasi pada bakteri ini, dan pada makanan biasanya berasal dari kontaminasi air yang dipergunakan. Bahan

makanan yang sering terkontaminasi oleh *Escherichia coli* adalah daging ayam, sapi, babi, ikan dan makanan hasil laut lainnya (Imam , 1999).

Sifat – sifat *Escherichia coli* adalah berbentuk berbentuk gram negatif, tidak berkapsul, panjang 2,0 s/d 6 um, lebar 1,1 s/d 1,5 um. Hidup aerobik, dapat berubah menjadi oportunistik patogen bila hidup diluar usus. Bakteri tersebut tumbuh pada suhu 10 °C s/d 40°C, suhu optimal 37° C, pH 7,0 s/d 7,5 (Imam , 1999).

Sifat–sifat *Salmonella* berbentuk gram negatif, anaerobik fakultatif dan aerogenik, tumbuh pada suhu 5 °C s/d 47 °C, pH 4,1 s/d 9,0 dan pH optimal 6,5 s/d 7,5. *Salmonella* mencemari makanan, berkembang biak dengan cepat pada lingkungan panas dan lembab. Bakteri ini mampu tumbuh dengan baik pada makanan yang sudah mengalami perlakuan panas, dingin (suhu beku) maupun pengeringan. Masa inkubasi pada manusia sekitar 6 jam sampai dengan 48 jam. Dalam keadaan akut dapat menyebabkan kematian karena bakteri ini merusak hati, ginjal dan empedu (Imam , 1999).

Escherichia coli dan *Salmonella* pada keadaan tertentu dapat mengalahkan mekanisme pertahanan tubuh, sehingga dapat tinggal didalam bladder (*cystitis*), pels (*pyelitis*) ginjal dan hati. Inveksi pathogen yang mengenai manusia bisa menyebabkan sakit diare, radang usus, tipus dan paratipus, sampai dengan

penyakit polimyelitis yaitu penyakit yang menyerang saraf dan tulang penderita dan menyebabkan kelumpuhan bagi para pemandi laut (Suriawiria, 1996).

Standar batas kandungan *Coli (fecal coliform)* untuk daerah tangkapan ikan dan budidaya laut maximum 1.000 MPN/100 ml (Ludwig, 1975).

2.5.3.2. Keracunan Makanan Sebagai Salah Satu Dampak Pencemaran Lingkungan

Kasus keracunan makanan yang terjadi di Indonesia dari tahun ke tahun menunjukkan gejala peningkatan yang pesat. Hal ini terjadi salah satu penyebabnya adalah dari adanya krisis ekonomi yang berkepanjangan dimana masyarakat umum untuk mencapai tingkat kualitas makanan adalah merupakan sesuatu yang sulit dicapai. Banyak orang tidak menyadari bahwa bila hanya kuantitas yang diperhatikan, maka bisa didapatkan kerugian-kerugian seperti keracunan, berkurangnya hari kerja dan lain lain.

Sebetulnya kasus keracunan yang dilaporkan dipuskesmas-puskesmas di Indonesia belum mengcover adanya kasus yang sebenarnya terjadi dimasyarakat. Hal ini disebabkan oleh karena pencatatan yang belum akurat, penanggulangan keracunan tidak cepat. Sebagai akibatnya hanya keracunan masal yang dapat terdeteksi, sedangkan yang sporadis belum

keracunan tidak cepat. Sebagai akibatnya hanya keracunan masal yang dapat terdeteksi, sedangkan yang sporadis belum tertangani. Jika dilihat dari gejala gastero intestinal, sehingga kasus-kasus yang memberi gejala lain tidak tercatat sebagai keracunan makanan.

Sumber keracunan dapat terjadi karena kualitas makanan tidak sesuai dengan standar atau makanan mengandung bahan yang beracun. Bahan beracun ini dapat terjadi karena racun alami seperti racun pada hasil laut (*marine biotoxin*). Contoh ikan-ikan tertentu (*puffer fish*) misal ikan buntal, menghasilkan racun tetrodotoxin, pada ketela pohon menghasilkan racun sianida. Racun dari bahan kimia seperti dari bahan baku, bahan tambahan, kontaminasi makanan yang berasal dari kemasan, lingkungan seperti residu pestisida, perairan yang tercemar sehingga menghasilkan mikroba pathogen, serta mikroorganisme penghasil racun seperti *Clostridium perfringens*, *Clostridium welchii* (Sunarya, 1978).

Kejadian keracunan juga ditentukan faktor tingkat racun dan daya tahan tubuh sipenerima (Tabel 6).

Tabel 6. Korban kasus keracunan makanan di Indonesia periode tahun 1992 sampai dengan tahun 1998.

No	Jumlah	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	Total
1	Kasus	32	15	26	30	21	61	185
2	Korban	2247	690	1552	992	1495	4633	11609
3	Meninggal	28	3	25	11	0	23	90
4	% Meninggal	1,2	0,4	1,6	1,1	0	0,3	0,85

Sumber : Gunawan, 1999

Tabel 7. Penyebab keracunan makanan di Indonesia periode tahun 1992 sampai dengan tahun 1998.

No	Jumlah	92/ 93	93/ 94	94/ 95	95/ 96	96/ 97	97/ 98	Total
1	Mikroba patogen	9	8	8	10	13	30	78
2	Senyawa kimia	2	1	1	1	6	6	17
3	Racun alami	-	1	2	2	1	2	6
4	Tidak diketahui	21	5	15	13	13	23	84

Sumber : Gunawan, 1999

2.6. Peran Serta Masyarakat Kaitannya Dengan Masalah Pola Sanitasi Lingkungan dan Keberadaan Industri Dalam Mendukung Prokasis

Lingkungan hidup sebagai suatu kesatuan ruang gerak semua benda, daya keadaan makhluk hidup, termasuk didalamnya manusia dan perilaku yang mempengaruhi kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya. Lingkungan

mempunyai fungsi antara lain memberikan ruang untuk hidup, dimana manusia dapat bertempat tinggal dan melakukan fungsi hidupnya, lingkungan merupakan sumberdaya baik hayati maupun non hayati, dan lingkungan berfungsi memberikan pelayanan kepada manusia agar dapat mendukung kehidupannya. Sedangkan lingkungan itu sendiri dapat dikategorikan sebagai lingkungan fisik, biologik dan sosial. Lingkungan fisik termasuk didalamnya tanah, air dan udara serta interaksi satu dengan yang lain.

Masalah lingkungan fisik termasuk didalamnya pola sanitasi lingkungan masyarakat yang kurang memenuhi syarat, seperti pembuangan sampah atau limbah disembarang tempat tanpa melalui proses treatment terlebih dahulu, kebiasaan mandi, cuci, dan buang air disungai dan lain-lain, merupakan masalah serius yang terjadi dimasyarakat akhir-akhir ini, yang berakibat luas bagi manusia dan lingkungan alam sekitarnya. Masalah pola sanitasi lingkungan masyarakat yang ada tidak terlepas dari tingkat pendidikan, pemahaman tentang lingkungan alam dan budaya yang mendukungnya.

Prokasih yang merupakan program nasional pemerintah Indonesia, dicanangkan pada bulan Juni tahun 1989, bertujuan antara lain menurunkan beban pencemaran limbah yang masuk kesungai, meningkatkan kualitas sungai dan meningkatkan sumberdaya dan kelembagaan (peraturan, sumberdaya manusia dan lain-lain) dalam pengelolaan kualitas lingkungan dan sumberdaya sungai. Proper atau

program penilaian peringkat kinerja perusahaan (industri) dalam rangka Prokasih, bertujuan untuk 1) Mengetahui tingkat ketaatan industri terhadap peraturan-peraturan yang diberlakukan dalam penataan dan pengelolaan lingkungan berupa mengoperasionalkan teknologi bersih, minimisasi limbah, daur ulang proses produksi, 2) Meningkatkan pengendalian dampak melalui peran aktif masyarakat.

Peran serta masyarakat terhadap masalah lingkungan diartikan sebagai aksi yang dilakukan oleh masyarakat yang mempunyai kepentingan terhadap lingkungan, untuk ikut serta bertanggungjawab dalam memelihara dan mengawasi lingkungan. Dalam hal ini pihak pemerintah perlu menjelaskan pada masyarakat tujuan dari pengelolaan lingkungan serta memberikan kesempatan pada masyarakat untuk memutuskan upaya-upaya dalam pelaksanaannya menurut sistem yang berlaku di masyarakat tersebut (Center, 1977).

Menurut Wingert (1979) peran serta masyarakat merupakan :

- 1) Strategi untuk mendapatkan dukungan masyarakat, pendapat ini didasarkan kepada suatu pemahaman bahwa bila masyarakat merasa memiliki akses terhadap pengambilan keputusan, maka keputusan tersebut akan memiliki kredibilitas.
- 2) Alat komunikasi yaitu sebagai alat untuk mendapatkan masukan berupa informasi dalam pengambilan keputusan.

- 3) Alat penyelesaian sengketa, sebagai suatu cara untuk mengurangi atau meredakan konflik melalui usaha pencapaian konsensus dari pendapat yang ada.
- 4) Alat terapi, merupakan upaya untuk “mengobati” masalah-masalah psikologis masyarakat seperti anggapan bahwa mereka bukan komponen penting dimasyarakat.

BAB III

METODA PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian untuk mendapatkan data primer meliputi muara–muara sungai besar yang melintasi kota Semarang yaitu Sungai Tapak (stasiun I), Sungai Banjir Kanal Barat (stasiun II), perairan pantai Semarang disekitar lokasi Tanjung Mas (stasiun III) dan Sungai Babon (stasiun IV). Peta lokasi penelitian ada di lampiran 1. Sedangkan untuk data kuesioner hanya diambil pada responden yang bertempat tinggal di sekitar Sungai Tapak (stasiun I), Sungai Banjir Kanal Barat (stasiun II) dan Sungai Babon (stasiun IV). Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Oktober 2001.

3.2. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan studi kasus dimana dalam studi kasus ini penelitian dilakukan pada suatu daerah tertentu, rentang waktu tertentu, dan hasil yang didapat tidak dapat diterapkan pada tempat dan kondisi yang lain (*recheking data*).

3.2.1. Cara Pengambilan Sampel

- a. Pengambilan sampel air dan biota dilakukan pada saat permukaan air laut surut menjelang pasang. Sampling untuk

analisa air dilakukan secara acak, dan sistematis. Pada setiap titik lokasi (stasiun I, II , IV) dibuat suatu transek atau menurut lebar sungai, selanjutnya setiap transek dibagi menjadi tiga sub transek (tepi kiri, kanan dan tengah sungai). Selanjutnya air diambil dan dicampur secara komposit. Untuk wilayah stasiun III sampel diambil pada tiga titik lokasi pada jarak kurang lebih 10 meter dari garis pantai dilokasi sekitar Tanjung Mas, selanjutnya sampel air diambil dan dicampur secara komposit.

- b. Alat yang digunakan untuk mengambil sampel air adalah *weighted water sampler*.
- c. Pengambilan sampel substrat dasar (sedimen) untuk analisa makrobenthos, dengan menggunakan alat *Eckman grab*, kemudian benthos disaring dengan menggunakan saringan benthos yang berukuran 1,0 mm. Sampel hewan selanjutnya diawetkan larutan formalin 4 % . Di laboratorium sampel diidentifikasi dengan alat mikroskop binokuler.
- d. Pengambilan sampel kerang - kerangan.
Dilakukan dengan cara menangkap kerang disekitar muara sungai dan kawasan pesisir Semarang dengan menggunakan alat tangkap berupa jaring. Kerang selanjutnya disimpan dalam wadah yang telah diberi es secukupnya sehingga mutunya tetap terjaga sampai dengan dilakukan analisa di laboratorium.

- e. Pengambilan sampel untuk data tanggapan masyarakat tentang sanitasi lingkungan, keberadaan industri dan pelaksanaan program Prokasih , dilakukan penentuan jumlah sampel berdasarkan rumus Slovin (Husein,2000) dimana untuk jumlah sampel di masing lokasi penelitian berdasarkan pada populasi di lokasi tersebut.

Rumus Slovin untuk menentukan jumlah sampel :

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Dimana :

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

e = batas kesalahan yang digunakan (0,05)

setelah mengetahui dihitung dengan menggunakan rumus tersebut maka diperoleh sampel untuk tiap-tiap lokasi penelitian berjumlah 95 orang.

3.2.2. Variabel

- a. Variabel dalam penelitian secara fisika, kimia dan mikrobiologi adalah air dan biota perairan (benthos dan kerang-kerangan).
- Terhadap air, analisa yang dilakukan adalah secara fisika , kimia dan mikrobiologi.
 - Sifat – sifat fisika yang dianalisis yaitu variabel suhu, padatan terlarut, kedalaman, kekeruhan dan kecerahan.

- Sifat – sifat kimia air yaitu pH, BOD₅ ,COD, DO, BOT dan salinitas.
- Mikrobiologi air yang dianalisis adalah *Total Plate Count* (TPC) dan *Escherichia coli*.
- Biota perairan yaitu variabel makrobenthos dan kerang-kerangan.
 - Makrobenthos meliputi variabel keanekaragaman, keragaman dan indeks dominansi.
 - Sedangkan terhadap kerang-kerangan variabelnya adalah identifikasi bakteri *Salmonella*.
- b. Variabel dalam penelitian sosial ekonomi adalah variabel pola sanitasi lingkungan masyarakat sekitar sungai, keberadaan industri di sekitar sungai dan Prokasih.
 - Variabel sanitasi lingkungan memiliki indikator pengetahuan dan pola pandangan masyarakat tentang sanitasi lingkungan disekitar sungai, kondisi lingkungan sekitar sungai, dan akibat kondisi lingkungan terhadap kesehatan masyarakat.
 - Variabel keberadaan industri memiliki indikator kontribusi limbah industri kepada sungai, kondisi sungai akibat limbah industri serta kepedulian pemilik industri terhadap kondisi sungai.

- Variabel Prokasih memiliki indikator pelaksanaan program, kontinuitas pelaksanaan program, pengetahuan masyarakat tentang program serta kepedulian masyarakat tentang prokasih.

3.2.3.Lokasi Sampling

1. Dasar Penentuan Lokasi Sampling Untuk Analisa Fisika, Kimia dan Biologi

Stasiun I : Lokasi di Muara Sungai Tapak

- a. Sungai Tapak merupakan salah satu sungai yang melintasi kota Semarang, mewakili wilayah kota Semarang bagian Barat, menerima beban cemaran yang besar dari sektor domestik, karena DAS Tapak merupakan daerah padat penduduk sehingga limbah organiknya diperkirakan tinggi.
- b. Sungai Tapak menerima beban pencemaran yang tinggi dari kegiatan industri sepanjang jalan raya Tugu yang sebagian merupakan industri makanan-makanan instant, bumbu, kecap, saus dan jamu.
- c. Muara sungai Tapak dimanfaatkan sebagai daerah pertambakan ikan dan udang semi intensif.

Stasiun II. Lokasi di Muara Sungai Banjir Kanal Barat.

- a. Sungai Banjir Kanal Barat merupakan sungai terbesar yang melintasi kota Semarang, sehingga banyak menerima

sejumlah besar limbah dari masyarakat Semarang dengan segala aktivitasnya.

- b. DPS menerima beban pencemaran dari industri-industri skala besar yang memproduksi tekstil, dan galvanis, yang mana limbahnya merupakan polutan - polutan berbahaya.
- c. DAS merupakan kawasan padat penduduk, dan menerima beban limbah dari sektor non domestik seperti rumah sakit, hotel, restoran dan lain-lain
- d. DAS digunakan sebagai air baku untuk kebutuhan air bersih (PDAM) masyarakat Semarang.

Stasiun III. Lokasi di Kawasan Pesisir Semarang (Sekitar Tanjung Mas)

- a. Lokasi stasiun III berada diantara muara sungai ketiga lokasi penelitian lainnya.
- b. Lokasi ini diduga sebagai kawasan penerima pencemaran yang kompleks dimana sekitar lokasi digunakan sebagai areal pelabuhan, kegiatan industri, dan perumahan.

Stasiun IV. Lokasi di Muara Sungai Babon.

- a. Sungai Babon merupakan sungai terpanjang yang melintasi kota Semarang sehingga limbah yang diterima merupakan kumpulan limbah dari semua aktivitas sebagian masyarakat sepanjang aliran sungai .

- b. Menerima beban pencemaran yang relatif tinggi dari industri-industri skala menengah sampai besar yang berada disekitar DAS yang berpotensi mencemari lingkungan yaitu Kawasan Industri Kecil (LIK), Kawasan Mega Terboyo, dan Kawasan Industri Terboyo.
- c. DAS digunakan sebagai air baku untuk kebutuhan air bersih (PDAM) masyarakat Semarang.

2. Dasar Penentuan Lokasi Penelitian Sosial Ekonomi

Masyarakat di sekitar sungai yang mengetahui tentang kondisi sungai baik secara visual maupun efek keberadaan industri yang dapat dilihat dan dirasakan oleh masyarakat di sekitar sungai.

3.2.4. Jenis Data

Jenis data meliputi data primer dan sekunder

a. Data Primer

Data primer meliputi : hasil analisa kualitas air secara fisik, kimia, biologi dan hasil penilaian kuesioner (sosial ekonomi) pada masyarakat sekitar sungai. Cara mendapatkan data adalah dengan mengukur langsung dilapangan dengan menggunakan peralatan tertentu dan melalui sejumlah analisa pengujian dilaboratorium serta dari hasil kuesioner (lampiran 2) yang disebarakan ke masyarakat sekitar sungai yang menjadi

lokasi penelitian. Adapun lebih lengkapnya tentang cara perolehan data dapat dilihat dari tabel berikut ini.

Tabel 8. Cara Mendapatkan Data Primer.

No	Jenis	Sumber
1	Kualitas fisik air	Diukur langsung dilapangan.
2	Kualitas kimia air	Diukur atau dianalisa dilaboratorium lingkungan Bapedalda Kota Semarang.
3	Kualitas biologi	1) Identifikasi makrobenthos dilakukan dilaboratorium Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP Semarang. 2) Analisa air dan kerang-kerangan secara mikrobiologi dilakukan di Laboratorium Pembinaan dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan (LPPMHP) Dinas Perikanan Propinsi Jawa Tengah.
4	Tanggapan masyarakat	Diperoleh dari kuesioner yang disebarakan pada masyarakat

b. Data Sekunder.

Data sekunder meliputi data kualitas air, data hidroceanografi, data klimatologi, data tataguna lahan ,dan data penduduk.Cara perolehan data dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 9. Cara Mendapatkan Data Sekunder.

No	Jenis Data	Sumber
1	Data kualitas air	Bapedal Kota Semarang Bappedal Propinsi Jawa Tengah dan Penelitian yang relevan.
2	Data Hidrooceanografi	Badan Meteorologi & Geofisika Semarang.
3	Data Klimatologi	Badan Meteorologi & Geofisika Semarang.
4	Data Tata Guna Lahan	DPU Pengairan Propinsi Jateng. Bapedal Propinsi Jateng.
5	Data Penduduk	Kantor Kelurahan dan BPS Semarang.
6	Data Statistik Perikanan	Dinas Perikanan dan Kelautan Propinsi Jawa Tengah

3.3. Analisa Data

3.3.1. Parameter Fisika , Kimia dan Biologi

- a. Parameter fisika air dilakukan pengukuran dilapangan adalah salinitas, kedalaman, kekeruhan dan kecerahan. Padatan terlarut dianalisis dilaboratorium. Alat yang digunakan dan metoda analisa yang digunakan seperti terlihat pada Tabel 10.
- b. Parameter Kimia sebagian analisisnya dilakukan secara kuantitatif dilaboratorium lingkungan Bapedal kota Semarang,

sedangkan untuk analisa oksigen terlarut (DO), pH, dilakukan dilapangan.

Alat dan metoda yang digunakan seperti pada Tabel 10.

Tabel 10. Alat dan Metode Analisa Parameter Fisika dan Kimia

Parameter	Satuan	Cara Peneraan	Alat
I. Fisika Air			
Suhu	°C	Pemuaian	Thermometer
Padatan Terlarut	Mg/l	Penimbangan	Timbangan analitik
Kedalaman	m		Tongkat berskala
Kekeruhan	NTU		Turbidimeter
Kecerahan	Cm		Secchi Disc
II. Kimia Air			
PH		pH meter	pH meter
BOD ₅	Mg/l	Titrimetrik	Buret & erlemeyer
COD	Mg/l	Titrimetrik	Buret & erlemeyer
D O	Mg/l	Titrimetrik	Buret & erlemeyer
Salinitas	‰	Refraksi	Salinometer
BOT/TOM	Mg/l	Titrimetrik	Buret & erlemeyer
III Mikrobiologi			
<i>Escherichia coli</i> (reaksi Biokimia dan IMVIC)			
TPC (<i>coloni counter</i>) jumlah bakteri / 1 ml sampel			
<i>Salmonella</i> (reaksi biokimia dan serologi).			

Sumber : Bapedal Propinsi Jawa Tengah, 2002.

I dan II : Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Propinsi Jawa Tengah Nomor 660.1/26/1990

III : Standar Nasional Indonesia Bidang Perikanan ,1994

c. Analisa Biologis terhadap hewan makrobenthos digunakan beberapa pendekatan yaitu :

- Indeks Keanekaragaman (Shannon-Weaver, dlm Poole 1974)

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

Keterangan :

H' = Nilai indeks keanekaragaman jenis.

n_i = Jumlah Individu jenis ke i .

N = Jumlah total individu.

P_i = n_i / N .

- Indeks Keseragaman

$$E = H' / H' \text{ maks.}$$

Keterangan :

E = Nilai indeks keseragaman jenis.

$H' \text{ maks}$ = $\ln S$.

S = Jumlah jenis.

Tabel 11. Klasifikasi tingkat pencemaran berdasarkan indeks keanekaragaman.

No	Tingkat pencemaran	Indeks keragaman
1.	Sangat ringan	> 2,0
2.	Rendah	1,6 - 2,0
3.	Sedang	1,0 - 1,5
4.	Tinggi	< 1,0

Sumber : Lee *et al* (1978).

Identifikasi benthos dilakukan sampai tingkat genus dengan menggunakan buku acuan Dairs (1965) dan APHA (1981).

3.3.2. Analisa Pengaruh Pola Sanitasi Lingkungan Masyarakat sekitar Sungai, Keberadaan Industri Terhadap Prokasih

Untuk mengetahui pengaruh variabel pola sanitasi lingkungan Masyarakat sekitar sungai dan keberadaan industri terhadap Prokasih digunakan analisa statistik uji regresi linier berganda. Adapun dalam uji ini variabel sanitasi lingkungan (X_1) dan keberadaan industri (X_2) sebagai variabel bebas (independent) sedangkan program Prokasih (Y) sebagai variabel terikat (dependent). Adapun rumusnya adalah sebagai berikut :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

Dimana :

Y = program prokasih (variabel dependent)

- a = intercept / konstanta
 b = koefisien parameter dari masing-masing variabel (b1, b2)
 X1 = sanitasi lingkungan
 X2 = keberadaan industri

1. Analisis Korelasi Berganda

Analisis korelasi berganda menggambarkan keeratan hubungan antara variabel X dan Y atau dalam hal ini adalah hubungan antara variabel sanitasi lingkungan dan keberadaan industri dengan variabel program Prokasih.

Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$r = \frac{n\sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{[n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2][n\sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}$$

Dalam uji koefisien korelasi berganda jika nilai hasil perhitungan mendekati angka satu (1) berarti terdapat hubungan yang erat antara keseluruhan variabel independen terhadap variabel dependen. Sebaliknya, jika nilai perhitungan jauh dari angka satu (1) berarti bahwa tidak eratnya hubungan antara variabel independen terhadap variabel dependen.

2. Pengujian Hipotesis

- a. Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien Determinasi (R^2) digunakan untuk mengetahui prosentase perubahan variabel tidak bebas (Y) yang disebabkan oleh variabel bebas (X).

Jika R^2 semakin besar, maka prosentase perubahan variabel tidak bebas (Y) yang disebabkan oleh variabel bebas (X) semakin tinggi. Jika R^2 semakin kecil, maka prosentase perubahan variabel tidak bebas (Y) yang disebabkan oleh variabel bebas (X) semakin rendah.

b. Uji t atau Pengujian Koefisien Regresi Masing-masing Variabel Bebas (Independent)

Uji t adalah pengujian koefisien regresi parsial individual yang digunakan untuk mengetahui apakah variabel independen (X_i) secara individual mempengaruhi variabel dependen (Y).

Langkah-langkah pengujiannya :

1. Menentukan formulasi H_0 dan H_a

H_0 : tidak ada pengaruh antara variabel X dan variabel Y

H_a : ada pengaruh antara variabel X dengan variabel Y

2. Level of signifikan ($\alpha = 0.05$)

Sampel $n = 95$

$t_{\text{tabel}} = t(\alpha / 2, n-k)$

3. Menentukan kriteria pengujian

Ho diterima apabila t hitung $<$ t tabel

Ha ditolak apabila t hitung $>$ t tabel

4. Cara menghitung

$$t = \frac{\beta_i}{Se\beta_i}$$

Dimana :

t = t – hitung

β_i = Koefisien regresi berganda

$se\beta_i$ = Standar error pada β_i

5. Kesimpulan

Apabila t hitung $<$ t tabel, maka H_0 diterima yang berarti tidak ada pengaruh antara antara masing-masing variabel X dengan variabel Y. Apabila t hitung $>$ t tabel, maka H_0 ditolak yang berarti ada pengaruh antara masing-masing variabel X dengan variabel Y.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian

Kota Semarang merupakan ibu kota Propinsi Jawa Tengah, yang terletak pada $6^{\circ} 50' - 7^{\circ} 10'$ Lintang Selatan dan $109^{\circ} 35' - 110^{\circ} 50'$ Bujur Timur, mempunyai luas $373,70 \text{ Km}^2$. Secara Geografis, wilayah kota Semarang berbatasan dengan sebelah barat adalah Kabupaten Kendal, sebelah timur Kabupaten Demak, sebelah selatan Kabupaten Semarang dan sebelah utara adalah laut Jawa, dengan panjang pesisir dari arah barat ke timur membentang sepanjang 13,6 Km. Wilayah kota Semarang berada pada ketinggian antara 0,75 m – 348,00 m di atas garis pantai. Dengan demikian dilihat dari letak geografis, kota Semarang sebagian berupa dataran rendah dan sebagian merupakan dataran tinggi berupa pegunungan dan lembah. (Badan Meteorologi dan Geofisika , 1995).

Secara umum kondisi iklim wilayah kota Semarang termasuk relatif kering, dengan jumlah hari hujan terbesar terjadi pada bulan Januari sebanyak 17 hari, dan terendah terjadi pada bulan Juni , Juli dan Agustus. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari sebesar 325 mm dan terendah pada bulan Agustus sebesar 55 mm. Menurut klasifikasi Iklim Koppen (dasar suhu dan curah hujan rata-rata bulanan/tahunan dikaitkan dengan pertumbuhan vegetasi) daerah Semarang

termasuk bertipe iklim Aw (A = iklim hujan tropik, suhu bulan terdingin lebih besar dari 18°C dan w = bulan-bulan kering jatuh pada musim kemarau) dengan suhu minimal 20°C dan mempunyai bulan kering dengan curah hujan < 60 mm selama 1 (satu) bulan dalam satu tahun (Badan Meteorologi dan Geofisika, 2001).

Data Hidroceanografi di wilayah pesisir Semarang, pasang surut yang terjadi termasuk type semi bioraltide yaitu terdapat 2 (dua) periode pasang tinggi dan 2 (dua) periode pasang rendah dalam setiap hari (kurva pasang surut harian ada di Lampiran 9). Arus bergerak dengan kecepatan antara 0,2 – 0,3 m/det dengan arah 250 – 270 W. *Bathimetri* wilayah pesisir Semarang antara 0,5 – 4,5 m pada posisi muka air terendah. Gelombang memiliki ketinggian antara 20 – 60 cm dengan periode 4 – 6,5 m/det (Stasiun Meteorologi Maritim Semarang, 2001).

Pasokan air dan sedimen menuju kawasan pesisir Semarang berasal dari Semarang bagian atas dan bawah melalui daerah aliran sungai yang melintasi kota Semarang. Ada 13 (tiga belas) sungai yang termasuk golongan sungai besar yang melintasi kota Semarang dan menerima beban polutan dari berbagai aktivitas manusia yang berada disekitar daerah pengaliran sungai. Sungai-sungai tersebut adalah Banjir Kanal Barat, Banjir Kanal Timur, Babon, Tapak, Semarang, Srigi, Tenggang, Mangkang, Siangker, Karanganyar, Beringin, Tempuran dan Plumbon.

Dari ke 13 (tiga belas) sungai tersebut, 3 (tiga) sungai yaitu sungai Banjir Kanal Barat, Tapak dan Babon mempunyai andil terjadinya pencemaran di kawasan pesisir Semarang dan disatu sisi mempunyai fungsi strategis bagi masyarakat kota Semarang. Dari ketiganya diperkirakan dapat mengcover adanya beban pencemaran yang akan di terima kawasan pesisir Semarang, karena letaknya yang strategis berada di kawasan padat penduduk, padat aktivitas dan disisi lain sungai-sungai tersebut mempunyai peran ganda yaitu : 1) Sebagai sumber air baku PDAM Semarang ; 2) Sumber air baku untuk kepentingan rumah tangga, industri, pertanian ; 3) Tempat pembuangan limbah padat dan cair dari kegiatan industri, rumah tangga, pertanian dan berbagai aktivitas lain ; 5) Disekitar kawasan pesisir digunakan untuk kegiatan perikanan , Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) yaitu PLTGU Unit Jaringan Beban (UJB) I Tambak Lorok Semarang , pelabuhan Tanjung Mas ,Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Tambak Lorok, perumahan dan anjungan pariwisata .

Sepanjang daerah aliran sungai , pemanfaatan lahan yang ada secara langsung maupun tidak langsung menimbulkan dampak negatif yaitu terjadinya pencemaran dikawasan pesisir Semarang. Pemanfaatan lahan di daerah aliran sungai dan pembuatan segmen-segmen pada daerah aliran sungai berdasarkan pada : 1) Faktor-faktor penggunaan tanah (*land use*) dan vegetasi penutup daerah aliran sungai, 2) Kondisi hidrologis tanah terutama di pengaruhi oleh kondisi fisik maupun geologinya. Pemanfaatan lahan didaerah aliran sungai diukur pada jarak kurang lebih 0 – 0,5 Km dari tepi sungai disepanjang aliran sungai (Analisa Hidrolika, DPU Pengairan Propinsi Jawa Tengah , 1998).

4.1.1. Daerah Aliran Sungai (DAS) Tapak

Daerah Aliran Sungai Tapak mencakup wilayah Kecamatan Mijen, Gondoriyo, Mangkang, Ngalian dan bermuara di pesisir Semarang di dukuh Tapak, Desa Tugurejo, Kecamatan Tugu. Disepanjang jalan raya Tugu-Mangkang merupakan kawasan industri skala menengah dan banyak dijumpai aktivitas pemotongan bukit - bukit yang digunakan untuk areal perumahan. Kawasan sungai bagian hilir merupakan areal pertambakan ikan dan udang semi intensif. Pemanfaatan lahan di sepanjang daerah pengaliran sungai Tapak dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Prosentase Pemanfaatan lahan di daerah aliran sungai (DAS) Tapak

No	Pemanfaatan lahan	Prosentase
1.	Industri dan Pemukiman	35%
2.	Pertambakan	17 %
3.	Sawah	27 %
4.	Tegalan	5 %
5.	Hutan	16 %

Sumber : Laporan Prokasih Bapedalda Kota Semarang, 1999

Kontribusi beban cemaran limbah cair dari kegiatan industri ke Sungai Tapak dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Kontribusi beban cemaran limbah cair dari kegiatan industri ke Sungai Tapak

No	Perusahaan	Jenis Usaha	Beban Cemaran		
			TDS Kg/th	BOD ₅ Kg/th	COD Kg/th
1.	PT.Indofood Sukes Makmur	Makanan Instan	8316,0	9032,4	32224,6
2.	PT.Tunas Graha Rejeki	Kecap, Saus	2340,0	5614,2	15003,0
3.	PT.Aneka Pangan Dwitama	Bumbu masak	938880	947520	2619360
4.	PT.Sekar Mirah	Obat-obatan	633,6	471,6	1786,3
5.	PT.Freetok	Makanan ringan	6249,6	2276,8	2612,7
6.	PT.Fishindo	Cold Storage	12,8	1250,0	3466,8
7.	PT.Aquafarm	Cold Storage	19,3	1576,2	4200,5
8.	PT.Bukit Perak	Sabun	8640,0	7018,2	48852,0
9.	PT.Kem farm	Makanan ringan	11286,0	1110,4	1612,8
10.	PT.Leo Agung Raya	Jamu	14783,4	5965,8	37620,0

Sumber : Bapedalda Kota Semarang, 2000

4.1.2. Daerah Aliran Sungai (DAS) Banjir Kanal Barat.

Daerah aliran sungai (DAS) Banjir Kanal Barat, meliputi areal seluas 22.005 ha. Daerah pengaliran sungai (DPS) Banjir Kanal Barat terdiri dari dua anak sungai yaitu Sungai Kripik dan Sungai Kreo. Debit rata-rata Sungai Banjir Kanal Barat adalah 514,839 m³/det (Laporan tahunan PDAM Semarang, 2001). DPS bagian hulu melalui Desa Candirejo, Kerep, Ungaran, Tinjomoyo, Panjangan, Tugu Suharto, Bendung Simongan, Madukoro, dan bermuara di pesisir Semarang di Kelurahan Tanjung Mas.

Kondisi di lapangan, DAS Banjir Kanal Barat didominasi oleh banyaknya aktivitas manusia yang kurang mendukung upaya pelestarian lingkungan karena banyaknya interaksi antara pemanfaatan dan akibat samping dari kegiatan atau proses produksi.

Pemanfaatan lahan di daerah aliran sungai Banjir Kanal Barat dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Pemanfaatan lahan di daerah aliran sungai (DAS) Banjir Kanal Barat

No	Segmen Sungai	Pemanfaatan	Keterangan
1.	Segmen 1. Dari hulu s/d Bendung Simongan.	Hutan Penambangan golongan C. Water Intage PDAM Industri Perumahan dll.	Pasir dan batu. Debit 214,4 lt/det. Skala besar 6 (enam) buah 5 Kecamatan. padat huni
2.	Segmen 2. Bendung Simongan s/d Muara.	Perumahan Industri. Pertanian Pariwisata	Padat huni Skala besar 3 (tiga) buah. Polowijo Dayung, Pantai Marina.

Sumber : Penelitian Biro Lingkungan Hidup (BLH) Jateng, 1992

Pemanfaatan lahan disepanjang DAS Banjir Kanal Barat dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 16. Prosentase pemanfaatan lahan di daerah aliran sungai (DAS) Banjir Kanal Barat

No	Pemanfaatan lahan	Prosentase
1.	Industri dan Pemukiman	52%
2.	Pertambakan	5 %
3.	Sawah	7 %
4.	Tegalan	23 %
5.	Hutan	13 %

Sumber : Laporan Prokasih Bapedalda Kota Semarang , 2000

Beban kontribusi cemaran berupa limbah cair yang berasal dari kegiatan industri di sekitar DAS Banjir Kanal Barat dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 17. Kontribusi beban cemaran limbah cair industri ke Sungai Banjir Kanal Barat

No	Perusahaan	Jenis Usaha	Beban Cemaran		
			TDS Kg/th	BOD ₅ Kg/th	COD Kg/th
1.	PT. Alam Daya Sakti	Ubin	157,3	5,7	19,4
2.	PT. ISTW	Galvanis	225,0	719,0	1597,8
3.	PT. Kimia Farma	Minyak goreng & lemak	2250,7	1719,0	9497,8
4.	PT. Phapros	Farmasi	580,6	5,76	204,8
5.	PT. Semarang Makmur	Galvanis	3382,5	361,0	1152,3
6.	PT. Raja Besi	Galvanis	2239,5	469,4	1475,2
7.	PT. Sinar Panca Jaya	Tekstil	1409,7	132,4	415,0
8.	PT. Daimatex	Tekstil	1320,7	156,0	568,9
9.	PT. Queen Ceramic	Keramik	2138,4	490,6	1095,8

Sumber : Laporan Prokasih Bapedalda Kota Semarang, 2000

4.1.3. Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon

Sungai Babon merupakan sungai terpanjang yang melintasi kota Semarang, dengan panjang sungai mencapai 17 km, bila digabung dengan sungai-sungai penyusunnya panjang sungai mencapai 75 km. DAS Babon bagian hulu berada di daerah Meteseh, Gedawang, Kabupaten Semarang, mengalir melalui empat wilayah kecamatan yaitu Tembalang, Banyumanik, Pedurungan dan bermuara di pesisir Semarang di wilayah kecamatan Genuk. Debit sungai maksimum mencapai 570 m³/det dan minimum 7 m³/det. Kondisi dilapangan DPS Babon terbagi menjadi 3 (tiga) segmen, dimana pada tiap segmen terdapat pemanfaatan ganda yang berpotensi menurunkan mutu lingkungan dan berlanjut dengan

terjadinya kerusakan ekosistem di kawasan pesisir. Peruntukan Sungai Babon telah diatur sesuai dengan SK. Gubernur Jawa Tengah seperti tercantum pada tabel 18.

Tabel 18. Peruntukan Sungai Babon sesuai Surat Keputusan Gubernur Jawa Tengah No.660.1/26/1990.

No	Segmen Sungai	Pemanfaatan	Keterangan
1.	Segmen 1. Dari hulu s/d Bendung Pucang gading	Pertanian. Penambangan golongan C. Water intage PDAM	Padi, Polowijo. Pasir, batu. Debit 50 lt/det.
2.	Segmen 2. Bendung Pucang gading s/d Bendung Karangroto	Pertanian Pengendali Banjir	Padi, polowijo Sebagai aliran ke Banjir Kanal Timur.
3.	Bendung Karangroto s/d muara pesisir	Perikanan (tambak, industri dan perumahan)	Tradisional, industri skala menengah s/d besar, padat penduduk.

Sumber : Penelitian BPPI Semarang ,1991

Pemanfaatan lahan yang tidak seimbang, terjadi disepanjang daerah pengaliran sungai (DPS) Babon, dapat dilihat melalui tabel 19.

Tabel 19. Prosentase pemanfaatan lahan di daerah aliran sungai (DAS) Babon.

No	Pemanfaatan lahan	Prosentase
1.	Industri dan Pemukiman	23%
2.	Pertambakan	2 %
3.	Sawah	13 %
4.	Tegalan	46 %
5.	Hutan	15 %

Sumber : Laporan Prokasih Bapedalda Kota Semarang ,2000

Kontribusi beban cemaran dalam bentuk cair yang diterima oleh sungai Babon dari kegiatan industri dapat dilihat pada tabel 20.

Tabel 20. Kontribusi beban pencemaran limbah cair yang diterima sungai Babon dari kegiatan industri.

No	Perusahaan	Jenis Usaha	Beban Cemar		
			TDS Kg/th	BOD Kg/th	COD Kg/th
1.	PT. Bintang Buana Sakti	Penyamakan Kulit	9296,0	20444,4	43539,2
2.	PT. Tirta Kencono	Penyamakan Kulit	3456,0	11007,3	15626,8
3.	PT. Rodeo	Garmen dan knitting	-	234,0	454,2
4.	PT. Puspita Abadi	Penyamakan Kulit	10800	20456,2	34759,0
5.	CV. Sumber Mas	Kertas	5649,8	6644,0	9822,5
6.	RPH (Rumah Pemotongan Hewan).	Pemotongan Hewan	1231,0	23555,0	723560,1

Sumber : Laporan Prokash Bapedalda Kota Semarang, 2000

4.2. Kondisi Kualitas Air di Kawasan Pesisir Semarang

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di lapangan diperoleh data bahwa ada tendensi kondisi kualitas air relatif berbeda antar stasiun pengamatan. Kualitas air yang terburuk tercatat di stasiun II, diikuti dengan stasiun III, I dan IV. Hal ini menunjukkan bahwa pasokan limbah dari masing - masing sungai adalah berbeda. Data selengkapnya dapat dilihat pada tabel 21 dan tabel 22.

Tabel 21. Hasil analisa kualitas air di kawasan pesisir Semarang
 Sampling I , tanggal 20 Juni 2001

Variabel	Satuan	Stasiun Pengamatan				Baku mutu
		I	II	III	IV	
1. Fisika						
Suhu	°C	33,8	34,1	34,6	33,0	30
T D S	mg/l	400,30	500,90	460,50	360,06	<400
Kedalaman	m	0,85	2,5	3,2	2,6	-
Kecerahan	m	0,3	1,7	3	1,5	-
Kekeruhan	NTU	84,33	43,67	37,0	29,3	<30
2. Kimia Air						
B O D ₅	mg/l	220,78	309,40	291,46	204,15	<100
C O D	mg/l	526,52	958,33	814,39	348,48	<400
D O	mg/l	4,2	3,6	3,9	4,7	>4
B O T	mg/l	32,53	49,73	42,50	29,70	<20
Salinitas	‰	27,6	25,5	26,7	29,2	-
3. Biologi						
Keanekaragaman	-	1,58	1,13	1,44	1,28	-
Keseragaman	-	0,58	0,40	0,62	0,64	-
Kepadatan individu	-	104	756	513	219	-
4. Mikrobiologi						
T P C	Bak/10ml	15000	22500	20000	14000	11000
<i>Escherichia coli</i>	MPN/100 ml	9000	18800	11300	6500	10000
<i>Salmonella</i>	-	+	+	+	+	-

Sumber : Data primer

Baku mutu sesuai SK Gubernur Kepala Daerah Tk I Jateng No :
 660.1/26/1990

Tabel 22. Hasil analisa kualitas air di kawasan pesisir Semarang Sampling II , tanggal 21 Juli 2001.

Variabel	Satuan	Stasiun Pengamatan				Baku mutu
		I	II	III	IV	
1. Fisika						
Suhu	°C	33,4	33,9	34,0	32,8	30
T D S	mg/l	440,30	520,10	470,00	380,40	<400
Kedalaman	m	1,2	2,75	3,5	2,3	-
Kecerahan	m	0,3	1,7	3	1,5	-
Kekeruhan	NTU	96	84,33	40,25	50	<30
2. Kimia						
B O D ₅	mg/l	281,30	402,00	307,47	219,49	<100
C O D	mg/l	659,60	966,20	855,00	492,89	<400
D O	mg/l	3,70	2,40	3,70	4,10	>3
B O T	mg/l	35,30	56,25	48,98	35,50	<20
Salinitas	‰	27,0	23,3	26,0	28,0	-
3. Biologi						
Keanekaragaman	-	1,56	1,39	1,58	2,56	-
Keseragaman	-	0,85	0,60	0,61	0,74	-
Kepadatan individu	-	355	1470	1038	720	-
4. Mikrobiologi						
T P C	Bak/10ml	9600	19000	11300	8000	11000
<i>Escherichia coli</i>	MPN/100 ml	9600	19000	11000	8000	10000
<i>Salmonella</i>	-	+	+	+	+	-

Sumber : Data primer.

Baku mutu sesuai SK Gubernur Kepala Daerah Tk I Jateng No : 660.1/26/1990

Keterangan :

- Stasiun I : Muara Sungai Tapak ;
- Stasiun II : Muara Sungai Banjir Kanal Barat ;
- Stasiun III : Kawasan Pesisir Marina ;
- Stasiun IV : Muara Sungai Babon.

4.2.1. Kondisi Kualitas Air di Kawasan Pesisir Semarang Ditinjau dari Segi Fisika

Kondisi sifat fisika air di kawasan pesisir Semarang dalam hal ini ditinjau dari kandungan beberapa parameter yaitu temperatur, kekeruhan, kecerahan, kedalaman, dan padatan terlarut. Kondisi parameter tersebut lebih lanjut dijabarkan sebagai berikut :

a. Temperatur

Temperatur air yang terukur di masing – masing stasiun berkisar antara 32,88 – 34 °C .Dibandingkan dengan nilai baku mutu peruntukan sesuai SK. Gubernur No.660.1/26/1990 terlihat bahwa hasil penelitian yang didapatkan berada diatas nilai baku mutu yang ditetapkan. Perbedaan temperatur tersebut diduga terjadi karena pengaruh intensitas cahaya matahari diwaktu sampling yang dilakukan pada siang hari . Fluktuasi temperatur di daerah penelitian relatif kecil, diduga karena perbedaan kedalaman air yang relatif kecil.

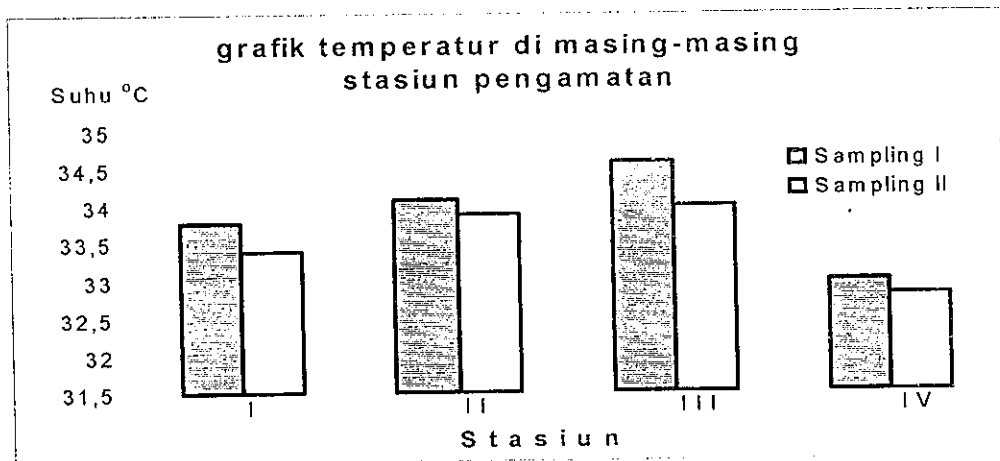
Pada sampling yang kedua, temperatur rata-rata yang terukur di daerah penelitian menunjukkan adanya penurunan dibandingkan pada sampling yang pertama. Hal ini diduga, pada sampling ke dua dilakukan setelah hujan, sehingga terjadi penambahan volume air yang cukup besar dari daerah hilir dan bercampur dengan air laut sehingga terjadi penurunan temperatur.

Temperatur rata-rata tertinggi terukur di stasiun III mencapai 34,0 – 34,6°C, diduga karena letak stasiun tersebut berdekatan dengan PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) Unit Jaringan Beban (UJB) I Tambak Lorok Semarang, yang memanfaatkan air laut sebagai air pendingin kondensor dan limbah air panasnya dibuang ke lingkungan yang sama, sehingga menyebabkan terjadinya perubahan temperatur pada lingkungan perairan. Dalam penelitiannya Ruswahyuni (1997) mengatakan bahwa limbah air panas yang dibuang ke lingkungan perairan di sekitar kawasan PLTGU Tambak Lorok Semarang dapat merubah kondisi perairan yang berakibat naiknya temperatur lebih tinggi dari temperatur ambien levelnya (30 °C) dengan t sebesar 4,3 °C sampai dengan 6,5°C dan kandungan oksigen mengalami penurunan sebesar 0,6244 mg/l dari 5,2 mg/l , dimana keadaan ini menjadikan kondisi lingkungan kurang mendukung bagi kehidupan biota perairan . Perubahan temperatur demikian besar dikenal dengan nama pencemaran panas (*thermal pollution*). Pengukuran temperatur (°C) di masing - masing stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel 23.

Tabel 23. Pengukuran Temperatur ($^{\circ}$ C) di masing - masing stasiun pengamatan

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	33,8	34,1	34,6	33,0
2.	33,4	33,9	34,0	32,8

Sumber : Data Primer, 2001



Ilustrasi 2. Grafik temperatur ($^{\circ}$ C) di masing - masing stasiun pengamatan

Di stasiun I yang merupakan kawasan semi tertutup, temperatur terukur antara 33,4 – 33,8 $^{\circ}$ C, sedikit lebih tinggi, dari pada dikawasan terbuka (stasiun IV), dimana sirkulasi air pada kawasan tersebut relatif lebih lancar. Hal ini dimungkinkan juga karena perairan di stasiun I relatif lebih dangkal dari stasiun lainnya, sehingga intensitas cahaya matahari yang masuk ke kolam air dapat mencapai dasar perairan.

Menurut Tait, (1981) di daerah tropis atau lintang rendah, rata-rata temperatur permukaan air berkisar antara 26 – 30 $^{\circ}$ C,

namun demikian variasi temperatur yang terukur masih bersifat alami. Pada dasarnya apabila temperatur meningkat, maka daya larut gas di air akan menurun karena mudah menjadi jenuh. Akibatnya penguapan berlangsung lebih cepat, sehingga akan menyebabkan daya larut gas seperti Oksigen (O_2) menjadi rendah. Dengan menurunnya kadar oksigen, daya asimilasi air terhadap zat buangan akan berkurang sehingga proses penguraian zat tersebut akan semakin lambat (Soegiarto, 1974). Lebih lanjut dikatakan bahwa dengan kenaikan temperatur, maka derajat metabolisme organisme akan bertambah cepat, sehingga dibutuhkan banyak oksigen.

Menurut Chalik *et al* (1986) dan Yusuf (1994) jika kenaikan temperatur air mencapai $5\text{ }^\circ\text{C}$ dalam selang waktu yang singkat akan menyebabkan terjadinya kematian pada biota perairan. Temperatur air adalah faktor yang sangat penting dalam mengatur waktu reproduksi kebanyakan spesies organisme laut. Karena walaupun organisme dapat survive sampai dewasa dalam kondisi tercemar, akan tetapi belum tentu mereka dapat bereproduksi.

b. Kekeruhan, Kecerahan dan Kedalaman

Nilai kekeruhan air yang terukur di masing - masing stasiun pengamatan berkisar antara 29,33 - 96,00 NTU. Nilai kekeruhan yang tertinggi di stasiun I dan terendah di stasiun IV. Biasanya ada kecenderungan bahwa tingginya nilai kekeruhan air diikuti pula oleh

rendahnya nilai kecerahan air. Namun dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa tingginya nilai kekeruhan air tidak selalu diikuti oleh rendahnya nilai kecerahan air (stasiun II,III dan IV). Hal ini mungkin lebih disebabkan oleh dangkalnya perairan di daerah penelitian sehingga tidak bisa memberikan gambaran yang lebih representatif mengenai tingkat kekeruhan yang terjadi dalam kaitannya dengan tingkat kecerahan air.

Rendahnya nilai kecerahan air distasiun I, disamping karena daerah penelitian relatif dangkal, juga dasar perairan terdiri dari partikel lumpur sehingga jika terkena arus akan sangat mudah teraduk, dan menyebabkan perairan menjadi keruh.

Kedalaman air pada sampling kedua rata-rata lebih dalam dibanding dengan yang pertama, tidak diikuti dengan tingkat kecerahan yang lebih besar. Salah satu faktornya adalah tingginya tingkat kekeruhan pada sampling yang kedua, dibandingkan dengan yang pertama disebabkan oleh tingginya laju sedimentasi atau pelumpuran yang terjadi di sepanjang DAS sungai dari hulu sampai hilir. Fenomena laut seperti arus, pasang, diduga berperan dalam mempercepat sedimentasi sebagai akibat adanya abrasi yang membawa partikel-partikel kecil menuju ke muara sungai oleh gerakan arus pasang air laut.

Menurut Reid dan Wood (1976) proses-proses hidrologi yang menyebabkan terbentuknya sedimen adalah erosi, transformasi dan

pengendapan. Berbagai macam proses yang berasal dari laut dan sungai menyebabkan tekanan didaerah estuaria.

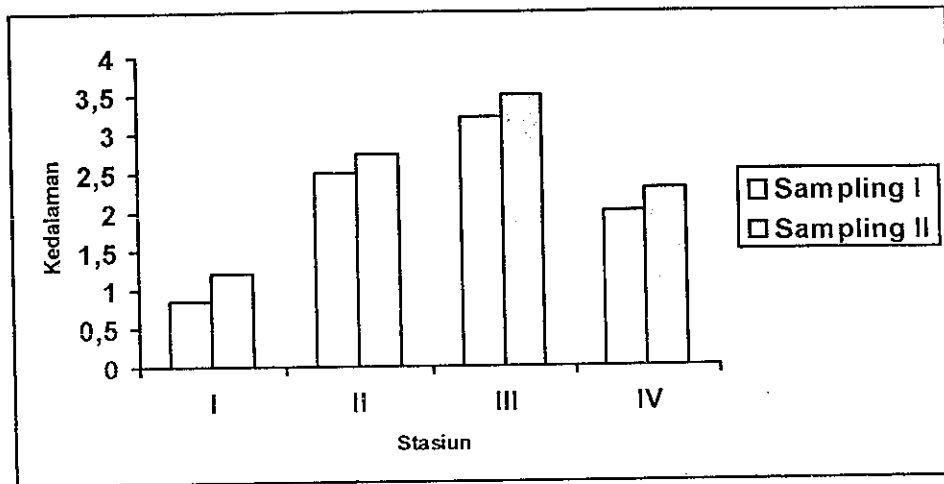
Jika dibandingkan dengan baku mutu air laut untuk budidaya perikanan, maka terlihat bahwa nilai kekeruhan di masing - masing stasiun pengamatan sebagian besar telah melampaui nilai baku mutu yang dipersyaratkan (maks 30 NTU). Turbiditas yang mempunyai nilai > 30 NTU akan menghambat pertumbuhan fitoplankton dan kehidupan biota diperairan tersebut. Pengukuran nilai kekeruhan di beberapa kawasan pesisir di Pulau Jawa tercatat juga telah melampaui baku mutu yang dipersyaratkan seperti di muara Sungai Cimandiri, Pelabuhan Ratu Jawa Barat berkisar antara 5,1 – 148 NTU (Sutomo,1994), di muara Sungai Angke Teluk Jakarta tercatat antara 39 – 105 NTU (Sutomo,1993) .

Pengukuran kedalaman air di masing - masing stasiun pengamatan dapat dilihat tabel 24.

Tabel 24. Pengukuran kedalaman air (m) di masing - masing stasiun pengamatan

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	0,85	2,5	3,2	2,0
2.	1,2	2,75	3,5	2,3

Sumber : Data Primer,2001



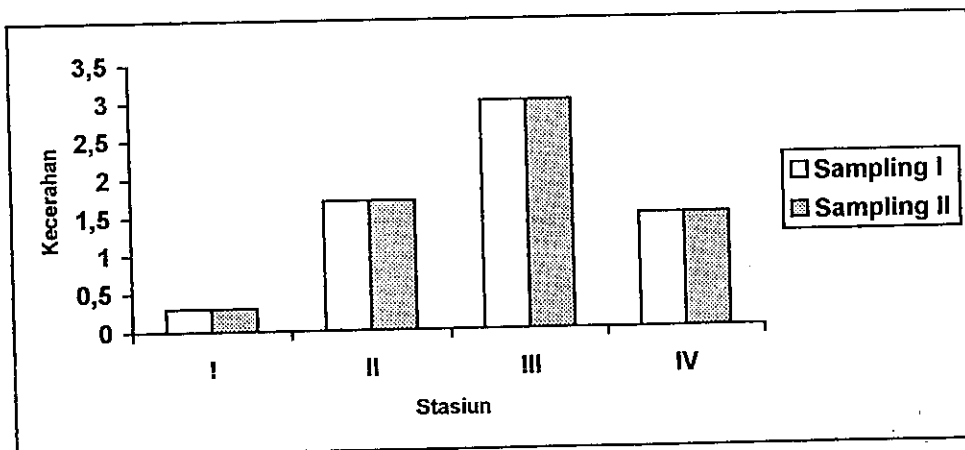
Ilustrasi 3 . Grafik kedalaman air (m) di masing - masing stasiun pengamatan

Pengukuran kecerahan (m) di masing - masing stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel 25.

Tabel 25. Pengukuran kecerahan (m) di masing - masing stasiun pengamatan.

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	0,30	1,70	3,00	1,50
2.	0,30	1,70	3,0	1,50

Sumber : Data Primer, 2001



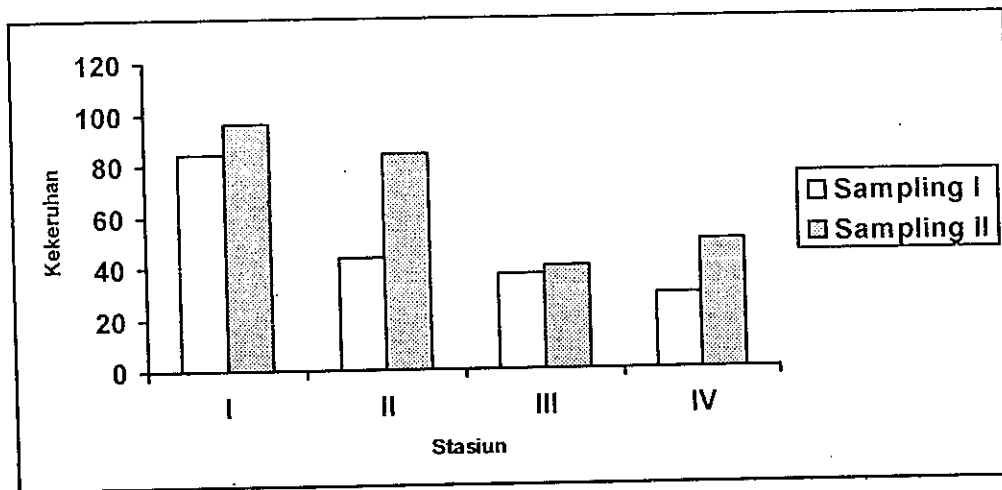
Ilustrasi 4. Grafik kecerahan di masing - masing stasiun pengamatan

Pengukuran nilai kekeruhan (NTU) di masing - masing stasiun pengamatan dapat dilihat di tabel 26.

Tabel 26. Pengukuran kekeruhan (NTU) di masing - masing stasiun pengamatan

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	84,33	43,67	37,00	29,33
2.	96,00	84,33	40,25	50,00

Sumber : Data Primer,2001



Ilustrasi 5. Grafik kekeruhan di masing - masing stasiun pengamatan

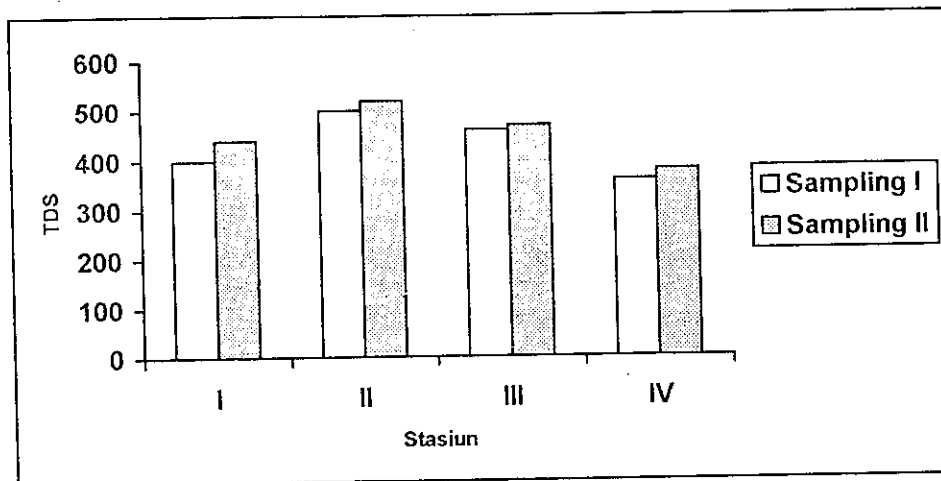
c. Padatan Terlarut (TDS)

Hasil pengukuran parameter padatan terlarut (TDS) di masing - masing stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel 27.

Tabel 27. Pengukuran TDS (mg/l) di masing - masing stasiun pengamatan

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	400,30	500,90	460,50	360,06
2.	440,30	520,10	470,00	380,40

Sumber : Data Primer, 2001



Ilustrasi 6. Grafik TDS di masing - masing stasiun pengamatan

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata TDS distasiun pengamatan berkisar antara 360,06 – 520,10 mg/l . Nilai TDS terendah ditunjukkan pada stasiun IV yaitu antara 360,06 – 380,40 mg/l. Dan tertinggi ditunjukkan pada stasiun II yaitu antara 500,90 – 520,10 mg/l, stasiun III antara 460,50 – 470,0 mg/l dan stasiun I antara 400,30 - 440,30mg/l. Rendahnya nilai parameter TDS di stasiun IV menunjukkan bahwa kawasan di kawasan tersebut relatif lebih sedikit menerima pasokan padatan terlarut dari kawasan hulu sampai ke hilir sungai.

Kawasan stasiun IV, merupakan kawasan yang masih memenuhi bagi keberhasilan suatu usaha perikanan menurut NTAC (1968) yang menyatakan bahwa padatan terlarut tidak melebihi nilai 400 mg/l.

4.2.2. Kondisi Kualitas Air di Kawasan Pesisir Semarang Ditinjau dari segi Kimia

Kondisi sifat kimia air di kawasan pesisir Semarang dalam hal ini ditinjau dari kandungan beberapa parameter BOD₅, DO, BOT, COD, dan salinitas. Kondisi parameter tersebut lebih lanjut dijabarkan sebagai berikut :

a. Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD₅)

Nilai BOD₅ tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya. Tetapi hanya mengukur secara kualitatif dengan melihat jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan buangan organik. Kandungan bahan organik yang tinggi ditunjukkan dengan semakin sedikitnya sisa oksigen terlarut.

Nilai BOD₅ setiap stasiun rata-rata terukur antara 204 – 402 mg/liter. Pada semua stasiun pengamatan nilai BOD₅ yang terukur termasuk tinggi diatas baku mutu untuk kawasan umum dan kehidupan biota laut yaitu lebih kecil dari 100 mg/ liter

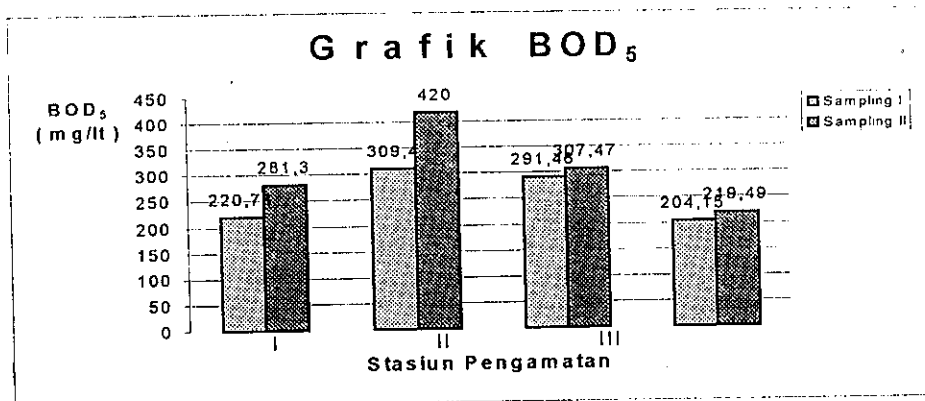
(SK.Gubernur Jateng No.660.1/26/1990). Nilai BOD₅ terendah di Stasiun IV yaitu berkisar antara 204,15 – 219,49 mg/ liter.

Hasil pengukuran BOD₅ (mg/l) di masing - masing stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28. Pengukuran BOD₅ (mg/l) di masing - masing stasiun pengamatan

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	220,78	309,4	291,46	204,15
2.	281,3	420,29	307,47	219,49

Sumber: Data Primer ,2001



Ilustrasi 7 : Grafik BOD₅ di masing-masing stasiun pengamatan.

Tingginya nilai BOD₅ pada stasiun II diduga pada kawasan tersebut menerima beban limbah yang cukup besar dari aktivitas yang ada di sepanjang badan sungai dari hilir sampai hulu.

Khusus mengenai pencemaran organik , Sutamihardja (1992) mengatakan bahwa masalah pencemaran air dari bahan

organik di pesisir utara Jawa diperbesar oleh adanya pemusatan industri disepanjang sungai yang bermuara di kawasan tersebut. Bila suatu badan air telah tercemar maka akan menimbulkan masalah yang lebih kompleks pada ekosistem kawasan tersebut sehingga berdampak pada penurunan kualitas air dan nilai gunanya.

DPS Banjir Kanal Barat dari hulu sampai ke muara sungai meliputi 7 (tujuh) Kawasan Kecamatan merupakan daerah padat penduduk, dengan kepadatan mencapai kurang lebih 9.600 jiwa/km² (BPS,2000). Sekitar muara sungai dan kawasan sekitar stasiun pengamatan didominasi oleh aktivitas yang memburuk kondisi lingkungan ekosistem. Diantaranya kegiatan pengerukan (*dredging*) yang digunakan untuk pembangunan perumahan elit Marina dan fasilitasnya (*roadways*), bangunan pesisir (*piers*, *seawalls*), pelabuhan Tanjung Mas dan fasilitas pendukungnya.

Erosi dan sedimentasi semakin diperjelas diduga dengan adanya kegiatan penambangan batu kerikil dan pasir kali didaerah Simongan, Semarang Barat dan Panjangan menyebabkan terjadinya peningkatan kekeruhan dan menghambat regenerasi oksigen dan menurunkan produktivitas primer melalui proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan air. Kekeruhan juga dapat memperlemah ketahanan tubuh biota atas serangan bakteri pathogen. Menurut Reid (1961),

kekeruhan dapat mengganggu kehidupan benthos dan menyebabkan tersingkirnya suatu kelompok.

Nilai rata-rata BOD₅ terendah berkisar antara 204,15–219,49 mg/l berada di stasiun IV. Tetapi nilai ini masih termasuk tinggi, diatas baku mutu air laut. Dibandingkan dengan stasiun pengamatan yang lain stasiun IV merupakan daerah yang terbuka, sehingga massa air yang membawa polutan dari ruas sungai terkena arus gelombang yang terus menerus menyebabkan bahan organik yang ada cepat dinetralisir. Substrat dasar stasiun IV adalah pasir, sehingga partikel organik yang melewati fraksi pasir sebagian akan terserap, dan sebagian lain akan mengendap. Menurut Nybakken (1988) substrat pasir melalui gejala kapilernya mampu menampung air dalam jumlah yang cukup besar didalam celahnya setelah pasang turun.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Bapedal Propinsi Jawa Tengah melalui Program Kali Bersih (Prokasih) dimana program tersebut bertujuan melakukan pemantuan terhadap kualitas air dari sungai-sungai besar yang ada di Jawa Tengah yang berpotensi menerima beban pencemaran industri-industri termasuk beberapa sungai besar yang berada di kota Semarang, dengan ruang lingkup kegiatan usaha penurunan beban limbah dari industri yang membuang limbahnya ke sungai - sungai Prokasih melalui kegiatan peningkatan kemampuan

effisiensi IPAL, pemantuan limbah cair industri dan kualitas air sungai Prokasih serta usaha penegakan hukum lingkungan dan peningkatan kelembagan daerah, menunjukkan bahwa dari tahun ketahun kontribusi beban cemaran limbah cair dari kegiatan industri yang dibuang ke Sungai Banjir Kanal Barat dari tahun ketahun menunjukkan adanya penurunan namun masih berfluktuasi.

Kontribusi akumulatif beban pencemaran yang diterima oleh Sungai Banjir Kanal Barat dari kegiatan industri di sekitar DAS Banjir Kanal Barat pada kondisi 5 (lima) tahun terakhir dapat dilihat pada tabel 29.

Tabel 29. Kontribusi beban pencemaran limbah cair yang diterima oleh Sungai Banjir Kanal Barat dari kegiatan industri di sekitar DAS Banjir Kanal Barat

No	Tahun	Parameter		
		BOD ₅ (kg/ th)	COD (kg/ th)	TDS (kg/ th)
1	1996	40.872,00	11.275,00	59.346,60
2	1997	17.912,50	51.608,05	45.167,49
3	1998	18.030,12	47.706,60	36.762,40
4	1999	2.149,60	10.882,76	11.221,56
5	2000	3.200,40	13.860,72	11.798,64

Sumber : Laporan Prokasih Bapedal Propinsi Jateng,2001.

Meskipun beban pencemaran dari tahun ketahun menunjukkan adanya penurunan, tetapi belum mampu menaikkan kualitas air sungai, disebabkan masih banyak sumber polutan lain yang belum terprediksi.

Berdasarkan hasil pantauan yang dilakukan oleh Tim Prokasih di Sungai Banjir Kanal Barat di stasiun lokasi I,II,III , IV dan V diperoleh gambaran bahwa ada kecenderungan kualitas air didaerah hilir sungai cenderung lebih buruk dibandingkan dengan di daerah hulu sungai. Hasil pemantauan kualitas air di DPS Banjir Kanal Barat bulan Juni 1999 dapat dilihat tabel 30.

Tabel 30. Hasil Pemantauan Kualitas Air di DPS Banjir Kanal Barat Pada Bulan Juni 1999

No	Kode Lokasi	Golongan Air	Parameter			
			BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	TDS (mg/l)	DO (mg/l)
1	I	B	6,82	27,89	248	7,30
2	II	B	1,36	19,92	262	7,34
3	III	B	2,86	27,89	270	7,66
4	IV	B	3,17	31,87	282	3,73
5	V	C	2,18	27,89	1892	3,57

Sumber : Laporan Prokasih Bapedal Propinsi Jateng,1999

Hasil pemantauan kualitas air di DPS Banjir Kanal Barat pada bulan September 1999 dapat dilihat di tabel 31.

Tabel 31. Hasil Pemantauan Kualitas Air di DPS Banjir Kanal Barat Pada Bulan September 1999

No	Kode Lokasi	Golongan Air	Parameter			
			BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	TDS (mg/l)	DO (mg/l)
1	I	B	3,76	21,89	252	7,42
2	II	B	3,08	29,19	279	7,30
3	III	B	3,20	21,89	248	7,26
4	IV	B	3,04	18,24	264	6,63
5	V	C	9,60	25,24	630	3,24

Sumber : Laporan Prokasih Bapedal Propinsi Jateng,1999

Hasil pemantauan kualitas air di DPS Banjir Kanal Barat pada bulan Nopember 1999 dapat dilihat di tabel 32.

Tabel 32. Hasil Pemantauan Kualitas Air di DPS Banjir Kanal Barat Pada Bulan Nopember 1999.

No	Kode Lokasi	Golongan Air	Parameter			
			BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	TDS (mg/l)	DO (mg/l)
1	I	B	1,64	19,94	178	7,36
2	II	B	1,72	15,94	184	7,64
3	III	B	2,08	27,89	170	7,44
4	IV	B	2,48	15,94	172	6,96
5	V	C	2,24	19,92	184	6,72

Sumber : Laporan Prokasih Bapedal Propinsi Jateng,1999

Hasil pemantauan kualitas air di DPS Banjir Kanal Barat pada bulan Mei 2000 dapat dilihat di tabel 33.

Tabel 33. Hasil Pemantauan Kualitas Air di DPS Banjir Kanal Barat Pada Bulan Mei 2000

No	Kode Lokasi	Golongan Air	Parameter			
			BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	TDS (mg/l)	DO (mg/l)
1	I	B	6,74	8,54	204	6,76
2	II	B	7,60	8,54	208	7,00
3	III	B	9,84	11,56	208	7,32
4	IV	B	11,44	30,65	182	6,66
5	V	C	10,80	23,62	198	6,60

Sumber : Laporan Prokasih Bapedal Propinsi Jateng,2000

Hasil pemantauan kualitas air di DPS Banjir Kanal Barat pada bulan Agustus 2000 dapat dilihat di tabel 34.

Tabel 34. Hasil Pemantauan Kualitas Air di DPS Banjir Kanal Barat Pada Bulan Agustus 2000

No	Kode Lokasi	Golongan Air	Parameter			
			BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	TDS (mg/l)	DO (mg/l)
1	I	B	7,69	8,51	305	5,45
2	II	B	7,54	8,55	316	4,90
3	III	B	7,32	15,56	324	4,25
4	IV	B	12,45	35,24	412	3,01
5	V	C	15,66	40,25	420	3,00

Sumber : Laporan Prokasih Bapedal Propinsi Jateng,2000

Hasil pemantauan kualitas air di DPS Banjir Kanal Barat pada bulan Desember 2000 dapat di lihat pada tabel 35.

Tabel 35. Hasil Pemantauan Kualitas Air di DPS Banjir Kanal Barat Pada Bulan Desember 2000.

No	Kode Lokasi	Golongan Air	Parameter			
			BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	TDS (mg/l)	DO (mg/l)
1	I	B	19,54	38,20	315	5,20
2	II	B	28,50	41,40	311	4,20
3	III	B	27,11	50,25	345	3,29
4	IV	B	28,90	52,50	455	3,00
5	V	C	29,25	55,01	512	3,21

Sumber : Laporan Prokasih Bapedal Propinsi Jateng,2000

Hasil pemantauan kualitas air di DPS Banjir Kanal Barat pada bulan Maret 2001 dapat dilihat pada tabel 36.

Tabel 36. Hasil Pemantauan Kualitas Air di DPS Banjir Kanal Barat Pada Bulan Maret 2001

No	Kode Lokasi	Golongan Air	Parameter			
			BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	TDS (mg/l)	DO (mg/l)
1	I	B	3,79	10,34	280	7,40
2	II	B	4,99	12,41	260	7,24
3	III	B	5,00	13,79	284	7,24
4	IV	B	5,94	16,55	249	6,08
5	V	C	8,37	20,69	404	5,54

Sumber : Laporan Prokasih Bapedal Propinsi Jateng,2001

Hasil pemantauan kualitas air di DPS Banjir Kanal Barat pada Bulan Juli 2001 dapat dilihat pada tabel 37.

Tabel 37. Hasil Pemantauan Kualitas Air di DPS Banjir Kanal Barat Pada Bulan Juli 2001.

No	Kode Lokasi	Golongan Air	Parameter			
			BOD ₅ (mg/l)	COD (mg/l)	TDS (mg/l)	DO (mg/l)
1	I	B	4,21	11,24	300	6,00
2	II	B	4,56	12,51	340	6,00
3	III	B	5,72	13,69	320	5,51
4	IV	B	6,89	19,32	369	4,32
5	V	C	9,92	21,49	455	4,54

Sumber : Laporan Prokasih Bapedal Propinsi Jateng,2001

Keterangan Kode Lokasi :

Stasiun I : Desa Jembatan Jl. Pramuka ;

Stasiun II : Desa Tinjomoyo ;

Stasiun III : Tugu Suharto ;

Stasiun IV : Bendung Simongan.

Stasiun V : Jembatan kereta api jl. Madukoro

Dari data Prokasih dapat dianalisa bahwa dari beberapa variabel menunjukkan bahwa kualitas air sungai makin ke hilir menunjukkan adanya peningkatan beban pencemaran. stasiun V

(data sekunder) yang berjarak kurang lebih 1.500 meter dari kawasan pesisir Semarang nilai BOD₅ tercatat antara 2,18 – 29,25 mg/l. Berbeda jauh dengan data primer yang diperoleh dari pengamatan dilapangan, nilai BOD₅ yang diperoleh berkisar antara 204 – 402 mg/l. Beberapa faktor penyebabnya diduga di sepanjang Daerah Pengaliran Sungai antara stasiun V (data sekunder) dengan kawasan pesisir terdapat sungai-sungai kecil (parit) yang dimanfaatkan oleh sebagian besar penduduk kawasan tersebut untuk membuang limbah cairnya yang pada akhirnya aliran tersebut menuju sungai Banjir Kanal Barat atau langsung menuju pesisir sehingga meningkatkan beban pencemaran bahan organik di kawasan pesisir Semarang.

Di samping itu pemanfaatan sepanjang kawasan pesisir Semarang sebagai kawasan wisata Marina, perumahan elit Marina Indah, Tanah Mas, Semarang Indah dan perumahan nelayan menjadikan daerah-daerah vital pesisir berubah menjadi sarana transportasi (jalan-jalan raya), bangunan penghalang erosi/*bulkherds* yang semuanya dapat mengakibatkan gangguan terhadap pola air alami, baik aliran air akibat pasang maupun drainase air permukaan tanah. Arah aliran air pada umumnya tegak lurus terhadap garis pesisir. Jalan-jalan yang dibangun sejajar dengan garis pesisir dan melewati daerah tergenang dapat menghalangi drainase air tawar dari daratan ke arah laut

atau sebaliknya. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya penggenangan air saat banjir dan gangguan keseimbangan kadar garam di estuaria.

Kawasan yang memiliki tingkat kekeruhan tinggi akibatnya akan menghambat regenerasi oksigen dan menurunkan produktivitas primer melalui proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan air. Dari penelitian menunjukkan tingginya nilai BOD₅ sehingga kawasan pesisir Semarang secara optimum kurang mampu mendukung kehidupan biota dengan baik.

b. Oksigen Terlarut (DO)

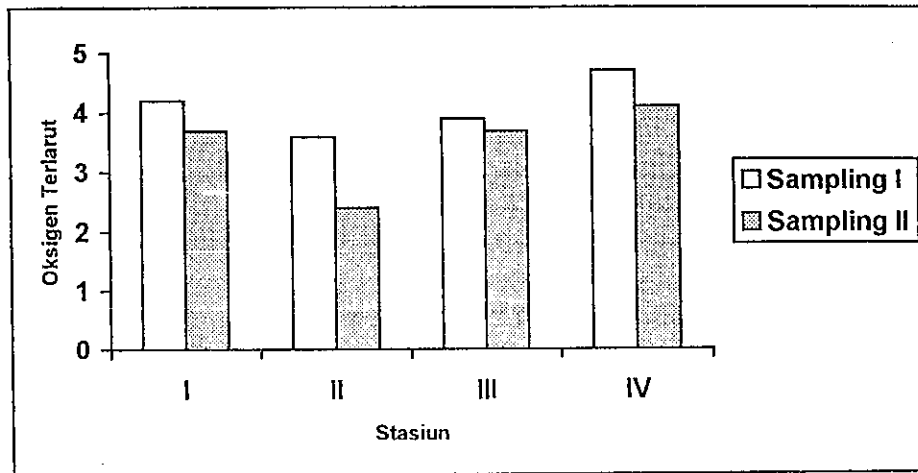
Dari hasil pengukuran parameter oksigen terlarut dimasing - masing stasiun diperoleh data :

Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) (mg/l) di masing - masing stasiun dapat dilihat pada tabel 38.

Tabel 38. Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) (mg/l) di Masing - masing stasiun Pengamatan

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	4,20	3,60	3,90	4,70
2.	3,70	2,40	3,70	4,10

Sumber : Data Primer,2001



Ilustrasi 8. Grafik Oksigen Terlarut (mg/l) di masing - masing stasiun pengamatan.

Ada 2 (dua) macam gas yang terlarut di air laut yang mempunyai arti penting dalam metabolisme yaitu oksigen dan karbon dioksida. Kelarutan gas - gas dalam air laut adalah suatu fungsi dari suhu, makin rendah suhu, makin besar kelarutannya. Oleh karena itu makin dingin suatu badan air, makin banyak oksigen yang dapat dikandungnya. Nilai rata - rata oksigen terlarut di stasiun pengamatan berkisar antara 2,4 – 4,7 mg/l. Fluktuasi kandungan oksigen terlarut yang terukur adalah relatif kecil. Nilai oksigen ini berada dibawah standart baku mutu untuk kawasan umum dan kehidupan biota laut yaitu lebih besar dari 4,0 mg/l . Pada stasiun II dan III nilai oksigen terlarut menunjukkan hasil yang rendah, hal ini disebabkan oleh sirkulasi air yang lemah dan cenderung *stagnant*. Mengingat daerah ini berada pada daerah yang cukup terlindung di banding dengan stasiun yang lain, akibatnya suplai oksigen berkurang. Menurunnya oksigen

terlarut ini menunjukkan bahwa kawasan ini mengandung bahan-bahan organik yang relatif tinggi, karena penggunaan oksigen yang berlebih digunakan untuk proses degradasi zat organik oleh mikroorganisme karena itu aktivitas mikroorganisme mengalami peningkatan. Di beberapa pesisir utara pulau Jawa tercatat rendahnya kandungan oksigen terlarut seperti di muara Sungai Angke Jakarta berkisar antara nilai 2,01 – 7,94 mg/l (Sutomo, 1993), di daerah pertambakan Sayung Demak berkisar antara nilai 1,8 – 4,0 mg/l (Prijadi S, 1997). Menurut Lee *et al* (1978) bahwa untuk menunjukkan kawasan yang tercemar ringan adalah kawasan yang mempunyai kadar oksigen antara 4,5 – 6,5 mg/l. Sedangkan menurut NTAC (1988) agar fungsi ekosistem optimum, kawasan pesisir memerlukan minimal 6 mg/l oksigen terlarut.

Dengan demikian berdasarkan parameter oksigen terlarut di sekitar stasiun II dan III secara optimum kurang mampu mendukung bagi kehidupan biota dan untuk budi daya laut.

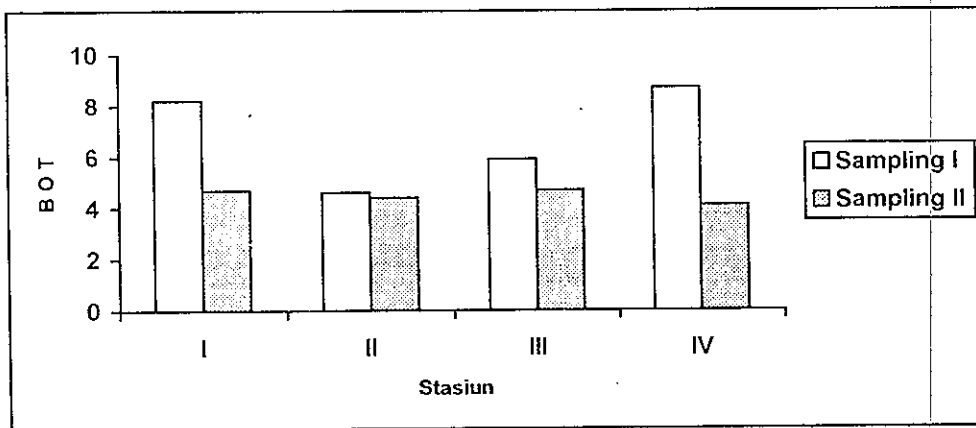
c. **Bahan Organik Total (BOT)**

Dari hasil pengukuran parameter BOT di masing - masing stasiun pengamatan , diperoleh data pada tabel 39.

Tabel 39. Pengukuran BOT (mg/l) di masing - masing stasiun pengamatan

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	32,53	49,73	42,50	29,70
2.	35,30	56,25	48,98	35,50

Sumber : Data Primer, 2001



Ilustrasi 9. Grafik BOT(mg/l) di masing - masing stasiun pengamatan

Bahan organik yang terdapat diperairan berada dalam bentuk tersuspensi, terlarut maupun dalam bentuk ukuran yang lebih besar lagi. Diantara bentuk-bentuk tersebut maka kandungan bahan organik dalam bentuk terlarut umumnya kadarnya lebih besar dibandingkan dalam bentuk tersuspensi atau koloid. Disamping itu bahan organik dapat juga dalam bentuk hidup berupa seston dan dalam bentuk mati yang berupa *tripton* dan *detritus*.

Kandungan bahan organik didaerah penelitian berkisar antara 32,53 – 56,25 mg/l. Kandungan tertinggi terdapat di stasiun II dan terendah pada stasiun IV. Secara keseluruhan bahan organik yang

terukur telah melebihi baku mutu yang dipersyaratkan untuk kawasan umum dan kehidupan biota laut yaitu kurang dari 20 mg/l (SK.Gubernur No.660.1/26/1990). Kandungan bahan organik disuatu kawasan penelitian dapat bervariasi antara 1,0 – 30 mg/l, nilai yang lebih tinggi dari angka tersebut dapat menunjukkan adanya masukan akibat kegiatan manusia.

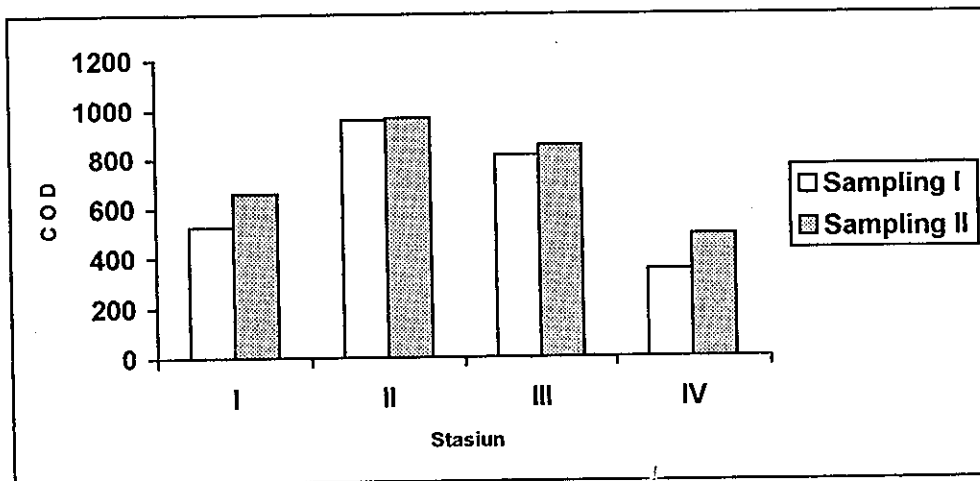
d. Kebutuhan Oksigen Kimia (COD)

Hasil pengukuran parameter COD di masing - masing stasiun pengamatan diperoleh data seperti pada tabel 40 .

Tabel 40. Pengukuran COD (mg/l) di masing - masing stasiun pengamatan

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	526,52	958,33	814,39	348,48
2.	659,60	966,20	855,00	492,89

Sumber : Data Primer,2001



Ilustrasi 10. Grafik COD(mg/l) di masing-masing stasiun pengamatan

Pengukuran COD dimaksudkan untuk mengetahui kandungan bahan organik dan anorganik disuatu kawasan perairan. Muatan bahan organik yang ada dapat diketahui dengan menghitung konsentrasi oksigen berdasarkan reaksi dari suatu bahan oksidan kuat (Alaersts dan Santika ,1984).

Nilai COD selalu lebih besar dari pada BOD₅. Hal ini karena jumlah senyawa kimia yang bisa dioksidasi secara kimia lebih besar dibandingkan cara biologi (Saeni ,1989). Nilai rata-rata COD selama periode pengamatan berkisar antara 492,89 – 958,33 mg/l. Nilai COD tertinggi diperoleh pada stasiun II dan terendah distasiun IV.

Tingginya nilai COD pada stasiun II dan III menunjukkan bahwa kawasan tersebut menerima beban pencemaran terbesar dibanding dari stasiun yang lain. Disamping beban pencemaran dari sepanjang Daerah Pengaliran Sungai, kawasan pesisir distasiun II dan III juga banyak mendapat tekanan dari aktivitas disekitarnya. Tingginya kontribusi beban pencemaran dari aktivitas rumah tangga, ditunjukkan dengan banyaknya buih deterjen, dan limbah padat yang mengapung dipintu air muara sungai Banjir Kanal Barat. Bahan buangan tersebut merupakan bahan pencemar *non biodegradable* yang akan meningkatkan nilai COD.

Stasiun I dikawasan muara sungai Tapak memiliki kisaran nilai COD antara 526,50 – 659,60 mg/l, lebih rendah dibandingkan stasiun II dan III, namun tetap berada diatas baku mutu yang

dipersyaratkan. Sumber pencemaran disamping berasal dari kegiatan industri seperti industri makanan yang banyak menghasilkan limbah organik, limbah kegiatan tambak, juga akibat kegiatan penggalian, pemotongan bukit sehingga meningkatkan sedimentasi dan kekeruhan air dikawasan pesisir. Kondisi kualitas air menjadi semakin bertambah buruk dengan bentuk topografi pesisir yang semi tertutup, dimana disebelah utara muara sungai Tapak terbentang memanjang pulau Tirangcawang, sehingga sirkulasi air menjadi tidak bebas dan lebih bersifat dominan vertikal.

Stasiun IV meskipun memiliki kisaran nilai COD terendah yaitu antara 348,48 – 492,89 mg/l, namun masih tetap diatas baku mutu yang dipersyaratkan. Hal ini diduga stasiun IV termasuk kawasan terbuka, sehingga massa air yang membawa beban pencemaran langsung bercampur dengan massa air laut karena adanya arus dan gelombang, sehingga konsentasi beban pencemaran menjadi lebih kecil.

Secara keseluruhan nilai COD telah melampaui baku mutu yang dipersyaratkan yaitu lebih besar dari 400 mg/l (SK.Gubernur No. 660.1/26/1990). Dibandingkan dengan sampling yang pertama, nilai COD pada sampling kedua menunjukkan adanya peningkatan. Perbedaan ini diduga erat berkaitan dengan kondisi kawasan saat pengambilan sampel. Sampling kedua dilakukan pada saat setelah terjadi hujan (pada malam harinya), sehingga ketinggian air rata –

rata mencapai 1,5 – 2,0 meter. Massa air dari hilir sungai membawa seluruh polutan yang selama ini mengendap sehingga menaikkan nilai COD.

Dari hasil pengukuran diperoleh kesimpulan bahwa dari variabel nilai COD, daerah penelitian termasuk daerah yang tercemar dan kurang mendukung bagi kehidupan biota kawasan.

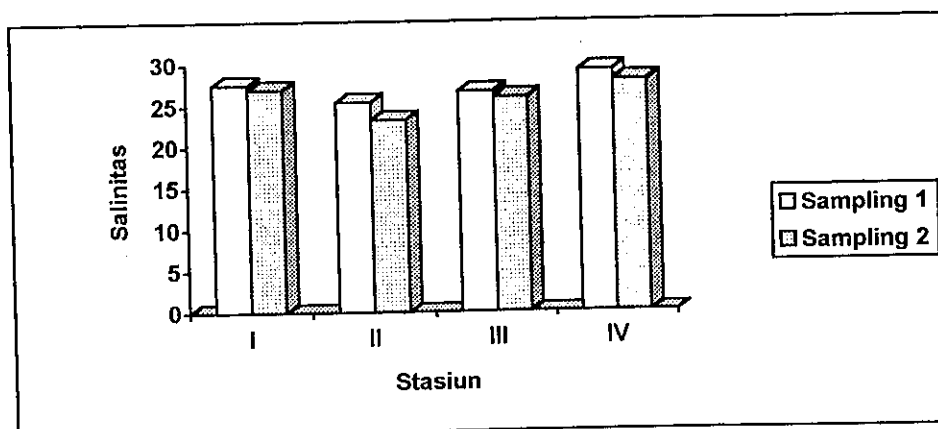
e. Salinitas

Pengukuran salinitas ($^{\circ}/_{\infty}$) di masing - masing stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel 41.

Tabel 41. Pengukuran salinitas ($^{\circ}/_{\infty}$) di masing - masing stasiun pengamatan

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	27,6	25,5	26,7	29,2
2.	27,0	23,3	26,0	28,0

Sumber : Data Primer, 2001



Ilustrasi 11. Grafik salinitas di masing - masing stasiun pengamatan

Salinitas tertinggi terukur di kawasan stasiun IV, dengan nilai berkisar antara 28 – 29,2 ‰. Tingginya salinitas dikawasan tersebut diduga karena pasokan air tawar dari DAS Sungai Babon yang relatif kecil dibandingkan kawasan stasiun yang lain, karena bentang sungai yang relatif paling kecil diantara stasiun yang lain. Dan stasiun IV merupakan kawasan terbuka, sehingga banyak mendapat masukan air dari arah laut.

Salinitas terendah terukur dikawasan stasiun II, diikuti dengan stasiun III , I dan IV. Rendahnya salinitas dikawasan stasiun kawasan II kemungkinan disebabkan oleh banyaknya pasokan air tawar dari kawasan hulu sungai disebabkan bentangan Sungai Banjir Kanal Barat yang relatif lebar kurang lebih berkisar 30-40 meter.

Rata-rata salinitas terukur pada periode ke dua lebih rendah dari pada yang pertama. Hal ini disebabkan sampling ke dua diambil setelah hari hujan, sehingga air laut banyak bercampur dengan masa air hujan yang berasal dari kawasan hilir sungai.

4.2.3. Kondisi Kualitas Air dan Biota di Kawasan Pesisir Semarang Ditinjau dari segi Biologi

Kondisi kualitas air dan biota perairan di kawasan pesisir Semarang dalam hal ini ditinjau dari kandungan beberapa parameter yaitu TPC, *Salmonella*, keanekaragaman dan keragaman. Kondisi parameter tersebut lebih lanjut dijabarkan sebagai berikut :

a. Total Plate Count (TPC)

Total Plate Count adalah perhitungan jumlah secara kasar terhadap golongan atau kelompok besar mikroorganisme umum seperti bakteri, jamur, fungi dan mikroalga ataupun terhadap kelompok bakteri tertentu.

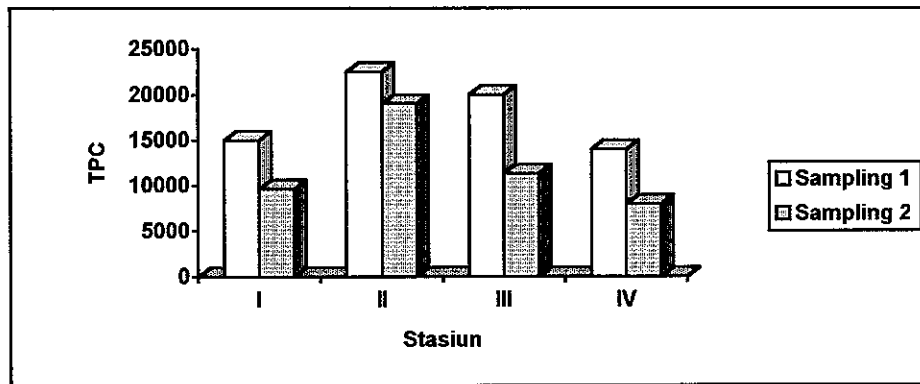
Total Count Bakteri ditentukan berdasarkan penanaman bahan dalam jumlah dan pengenceran tertentu kedalam media yang umum untuk bekteria. Setelah melalui masa inkubasi pada temperatur kamar selama waktu maksimal 4 x 24 jam.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa di semua stasiun pengamatan nilai TPC telah melampaui baku mutu yang dipersyaratkan untuk lingkungan perikanan yaitu sebesar 10.000 bakteri/ml. Dugaan bahwa kawasan pesisir Semarang telah tercemar oleh limbah domestik yang mengandung bahan organik semakin nyata terbukti disebabkan tingginya nilai TPC. Penghitungan nilai TPC di masing - masing stasiun pengamatan dapat dilihat tabel 42.

Tabel 42. Penghitungan nilai TPC di masing - masing stasiun pengamatan

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	15000	22500	20000	14000
2.	9600	19000	11300	8000

Sumber : Data Primer,2001



Ilustrasi 12. Grafik penghitungan nilai TPC di masing - masing stasiun pengamatan

b. *Salmonella*

Dari hasil identifikasi bakteri secara kualitatif terhadap sampel biota yaitu kerang-kerangan yang diambil disekitar kawasan pesisir Semarang, diidentifikasi adanya bakteri *salmonella*. Bakteri *salmonella* teridentifikasi berbentuk batang pendek, tidak membentuk spora, bersifat aerob, menghasilkan asam dari glukosa. Standar uji yang dilakukan sesuai dengan SNI-2335-1991 meliputi pra pengkayaan, pengkayaan, seleksi pada media agar, uji biokimia dan uji serologi.

Dibeberapa kawasan pesisir utara pulau Jawa antara lain di Teluk Jakarta sejumlah bakteri pathogen teridentifikasi pada air, sedimen dan biota (udang) yaitu bakteri *Pseudomonas*, *Citobacter* dan *Escherichia coli*. Demikian pula sejumlah kerang Anadara dan tiram *Crasostrea* telah terkontaminasi oleh bakteri *Salmonella*, *Shigella* dan *Vibrio cholerae*. Bakteri – bakteri tersebut berasal dari kontaminasi didarat. Dan dijumpai pula

bakteri *Vibrio parahaemolyticus* yang merupakan penghuni laut di pesisir Jakarta dan Medan (Soeminarti, 1994)

Dengan demikian dugaan bahwa di beberapa kawasan pesisir utara pulau Jawa khususnya Semarang telah tercemar oleh limbah domestik semakin kuat karena salah satu sifat karakteristik dari limbah domestik adalah adanya kandungan bahan organik yang tinggi, dengan petunjuk keberadaan bakteri-bakteri pathogen didalamnya.

c. *Eschericia coli*

Berkaitan dengan pengaruh bahan-bahan pencemar terhadap kehidupan manusia, Williams (1979) mengelompokkannya menjadi tiga tipe, yaitu bersifat patogenik, estetik dan ekomorpik. Bahan pencemar yang bersifat patogenik adalah bahan pencemar yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia, bahan pencemar yang bersifat estetik yaitu bahan pencemar yang menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan yang tidak nyaman untuk indera mata, hidung dan telinga. Sedang bahan pencemar yang bersifat ekomorpik adalah bahan pencemar yang menghasilkan perubahan-perubahan sifat-sifat fisika lingkungan.

Berdasarkan pengaruhnya, bahan pencemar dibagi menjadi bahan pencemar yang mempunyai pengaruh langsung

dan tidak langsung. Pengaruh langsung artinya langsung mempengaruhi terhadap manusia, sedangkan pengaruh tidak langsung, daya pengaruhnya diselingi dengan tenggang waktu.

Bakteri *Escherichia coli* merupakan jenis bakteri patogen dan umumnya ditemukan di kawasan yang tercemar oleh limbah domestik (Mike dan Gameson, 1970). Telur-telur parasit dijumpai di kawasan laut tercemar bersama dengan bakteri indikator pencemar yang lain seperti *salmonella*, *shigella* (Starder *et al*, 1968). Umumnya *Escherichia coli* terdapat pada tinja manusia dan hewan, karenanya bakteri-bakteri ini sering digunakan sebagai indikator pencemaran limbah domestik suatu kawasan (Bonde, 1962 dan NTAC, 1968).

Menurut EPA (Environmental Protection Agency), untuk kondisi budidaya laut, maksimal nilai *Escherichia coli* adalah 20.000 MPN /100 ml, Sedangkan menurut NTAC (The National Technical Advisory Committee, 1968), diberikan batasan untuk air suply bagi masyarakat maksimal 10.000 MPN/100 ml, tangkapan kerang - kerangan hasil maksimal adalah 70 MPN/100 ml, daerah tangkapan ikan maksimal 1000 MPN/100 ml dan untuk areal mandi-mandi maksimal 1000 MPN/100 ml.

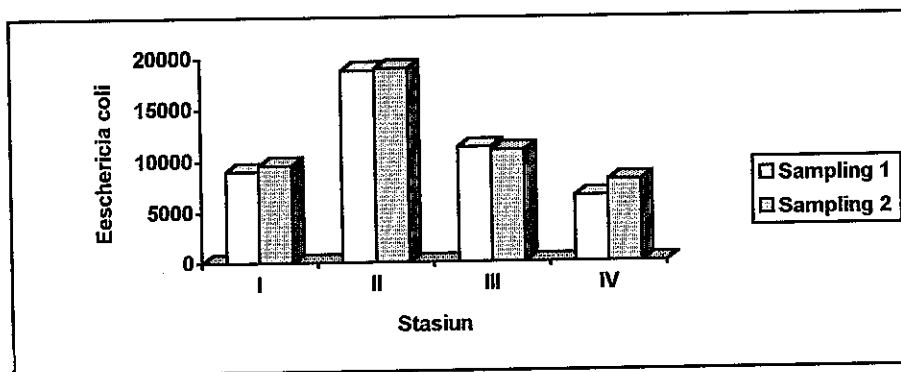
Hasil penelitian menunjukkan nilai *Escherichia coli* berkisar antara 6.500 – 19.000 MPN/ 100 ml. Stasiun III, nilai *Escherichia coli* berkisar antara 11.000 – 11.300 MPN/ 100 ml,

berada diatas jumlah maksimal yang diperbolehkan. Stasiun IV menunjukkan nilai rata-rata paling rendah diantara stasiun yang lain yaitu 6.500 – 8.000 MPN/ 100 ml. Diduga kawasan tersebut relatif paling kecil menerima beban pencemaran dibanding stasiun yang lain. Penghitungan nilai *Escherichia coli* di masing - masing stasiun pengamatan dapat dilihat pada tabel 43.

Tabel 43 . Penghitungan nilai *Escherichia coli* di masing-masing stasiun pengamatan

Periode/Ulangan	Stasiun			
	I	II	III	IV
1.	9000	18800	11300	6500
2.	9600	19000	11000	8000

Sumber : Data Primer,2001



Ilustrasi 13. Grafik perhitungan nilai *Escherichia coli* di masing - masing stasiun pengamatan

Menurut Penelitian Supriharyono *et al* (1982), pada penelitian kandungan bakteri dikawasan Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang, menunjukkan bahwa pada jarak 2,5 km dari

muara nilai *Escherichia coli* 679.200 MPN/100 ml, pada daerah muara 446.400 MPN/100 ml. Penurunan kandungan bakteri *Escherichia coli* menunjukkan bahwa bakteri tersebut kurang tahan pada salinitas yang tinggi.

Penelitian yang dilakukan oleh PDAM Semarang, menunjukkan bahwa pada DPS Banjir Kanal Barat yang dimanfaatkan untuk keperluan air minum bagi masyarakat kota Semarang, telah tercemar oleh bakteri *Escherichia coli*, ditempat pengambilan water intake yang berjarak kurang lebih sekitar 3 km dari muara kawasan pesisir Semarang. Nilai *Escherichia coli* diwater intake kawasan sungai Banjir Kanal Barat (MPN/100ml) seperti tertera pada tabel 44.

Tabel 44. Nilai *Escherichia coli* diwater intake kawasan sungai Banjir Kanal Barat (MPN/100 ml).

No	Peride bulan	Nilai E.Coli(MPN / 100 ml)
1	Januari	95.000
2	Februari	76.000
3	M a r e t	89.000
4	A p r i l	49.000
5	M e i	60.000
6	J u n i	46.000
7	J u l i	42.000
8	Agustus	98.000
9	September	112.000
10	Oktober	211.000
11	Nopember	324.000
12	Desember	203.000

Sumber : Laporan bulanan PDAM Kota Semarang , 2000

Dengan kandungan *Escherichia coli* yang sedemikian tinggi melebihi batas yang diijinkan yaitu 10.000 MPN/100 ml, menjadikan perlu adanya suatu treatment sebelum air sampai kemasyarakat.

Pengamatan lapangan dan data-data terkait menunjukkan bahwa disekitar kawasan pesisir Semarang telah tercemar oleh bakteri patogen *Escherichia coli*, yang menandai bahwa pencemaran tersebut didominasi oleh limbah domestik.

d. Komposisi dan Kelimpahan Jenis Makrobenthos

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ada sekitar 28 jenis hewan makrobenthos yang berhasil didapatkan di daerah penelitian (lampiran1). Dari jumlah ini, kelas Gastropoda didapatkan 14 jenis, kelas Bivalvia 3 jenis, kelas Arthropoda (Crustacea) 3 jenis, dan kelas Annelida (Polychaeta) terdiri dari 8 jenis.

Hasil yang diperoleh selama penelitian terlihat bahwa dari perhitungan kelimpahan ternyata pada kelas Gastropoda memiliki jumlah individu dan jumlah jenis yang terbanyak terutama *Cirithidae cingulata* dan *Melanoides tuberculata*, kemudian dari kelas Annelida adalah *Nephtys sp* dan *Capitella sp*. Sedangkan dari kelas lain seperti Bivalvia dan Crustacea rata – rata kelimpahan yang didapatkan relatif rendah. Pada sampling ke II

Anadara inplata tidak ditemukan kemungkinan disebabkan tersapu oleh arus atau gelombang.

Spesies atau jenis yang didapatkan selalu muncul pada setiap periode sampling adalah *C. cingulata* dan *M.tuberculata* (Gastropoda). Terlihat kedua jenis ini lebih mendominasi di daerah penelitian dari pada jenis yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa ke dua jenis Gastropoda diatas telah mampu untuk beradaptasi dengan lingkungan setempat yakni pada kondisi air yang telah tercemar.

Melimpahnya jenis *C.cingulata* diduga selain habitatnya cocok atau sesuai, mungkin juga disebabkan jenis tersebut telah mampu beradaptasi dengan lingkungannya. Kemampuan *C.cingulata* dalam mentolerir fluktuasi kondisi lingkungan dan mampu untuk beradaptasi terhadap setiap perubahan lingkungan yang terjadi dapat terlihat pada saat dilakukan sampling dilapangan dimana hewan ini selalu ditemukan pada setiap periode sampling dengan kepadatan yang cukup melimpah terutama distasiun II dan III, umumnya ditemukan dalam bentuk menggerombol (koloni).

Selain bersifat menggerombol, hewan ini bersifat pemakan detritus atau bersifat predator terutama pemakan bangkai hewan yang telah mati Pillay (1970) dalam Ruswahyuni (1974). Karena sifat-sifat tersebut menjadikan hewan *C.cingulata*

dapat tinggal didaerah itu untuk memanfaatkan makanan dan mengatur ruang intertidal serta dapat mengambil alih hampir semua seluruh ruang diestuarial yang bersubstrat lumpur dan pasir.

Sedangkan jenis lain yang ditemukan cukup banyak walaupun tidak melimpah adalah dari kelas Annelida (Polychaeta), diikuti dari kelas Bivalvia dan kemudian dari Arthropoda (Crustacea). Kelas Annelida terlihat cukup melimpah walaupun tidak sebanyak kelas Gastropoda. Hal ini menunjukkan bahwa dari kelompok Polychaeta juga mampu beradaptasi dengan lingkungan setempat terutama pada substrat lumpur. Sedangkan pada kelas Bivalvia dan Arthropoda (Crustacea) tampaknya kurang menyukai atau kurang sesuai dengan kondisi lingkungan yang bersubstrat lumpur serta pada kondisi kawasan yang telah tercemar. Diduga habitat (*substrat*) berperan penting terhadap kelimpahan individu jenis, disamping kondisi kualitas air yang mendukung. Hal ini juga dapat diartikan bahwa walau hewan bentos telah menemukan substrat yang sesuai tapi jika kondisi kualitas air tidak mendukung maka kelimpahan dan keberadaannya dapat terpengaruhi.

4.2.3.1. Keterkaitan Antara Beberapa Variabel Pencemaran

- **Analisa Komunitas Keanekaragaman Jenis (H') dan Keseragaman Jenis (E)**

Keanekaragaman dan keseragaman merupakan suatu ciri yang unik dalam suatu komunitas. Nilai-nilai indeks ini memperlihatkan kekayaan jenis dalam komunitas serta keseimbangan jumlah individu setiap spesies. Suatu komunitas memiliki keanekaragaman (keragaman) yang tinggi apabila semua jenis mempunyai kelimpahan yang relatif sama/merata. Jika hanya satu atau beberapa jenis saja yang melimpah, maka tingkat keragamannya (indeks diversitas) rendah (Brower dan Zar, 1977).

Indeks keanekaragaman (H') rata-rata di setiap stasiun penelitian berkisar antara 1,28–2,56. Nilai indeks H' tertinggi didapatkan pada stasiun I dan terendah didapatkan di stasiun II. Nilai harga kisaran indeks dikatakan masih relatif rendah, terutama untuk kawasan estuaria yang mempunyai produktivitas cukup tinggi. Rendahnya nilai indeks keanekaragaman di atas disebabkan jumlah individu masing-masing species tidak merata; dalam arti ada jenis tertentu yang memiliki jumlah individu yang relatif melimpah, sementara jenis yang lainnya jumlah individu relatif sedikit. Kondisi yang demikian dapat menunjukkan bahwa kondisi lingkungan di daerah penelitian dianggap kurang/tidak mampu mendukung bagi berlangsungnya kehidupan organisme kawasan secara baik (Lee *et al*, 1978).

Indeks keanekaragaman disetiap stasiun pengamatan umumnya masih relatif rendah, kemungkinan disebabkan oleh karena kawasan setempat mendapatkan tekanan ekologis yang cukup besar, baik yang berasal dari faktor internal seperti adanya persaingan diantara species dalam memanfaatkan makanan maupun ruang atau bisa berasal dari faktor eksternal yang menyebabkan lingkungan terganggu seperti pencemaran air yang telah terjadi didaerah penelitian atau karena adanya eksploitasi sumberdaya perikanan . Kesemuanya itu dapat mengganggu berlangsungnya kehidupan dan pertumbuhan organisme air seperti makrobenthos didaerah penelitian.

Nilai indeks keseragaman (E) rata – rata disetiap stasiun pengamatan harganya berkisar antara 0,40 – 0,85. Nilai tertinggi distasiun I dan terendah distasiun II. Umumnya nilai indeks keseragaman didaerah penelitian masih tergolong sedang sampai cukup walaupun ada stasiun yang nilainya rendah seperti yang terdapat distasiun IV. Hasil penelitian juga menunjukkan adanya kecenderungan bahwa meningkatnya nilai keanekaragaman (H') akan diikuti dengan meningkatnya nilai keseragaman (E).

- **Hubungan antara Nilai Indeks Keanekaragaman dengan Kualitas Air**

Seperti telah dijelaskan dimuka, bahwa nilai indeks keanekaragaman jenis dapat menunjukkan kondisi kualitas lingkungan. Berdasarkan kriteria yang mengacu pendapat Staub *et al* dalam Wilhm (1975) serta pendapat Wilhm dan Dorris (1966), maka nilai indeks keanekaragaman jenis hewan makrobenthos didaerah penelitian berkisar antara 1,28 – 2,56 yang menunjukkan bahwa kualitas air didaerah penelitian termasuk sudah tercemar. Berdasarkan indeks keanekaragaman diatas kondisi lingkungan terbaik (diantara yang jelek) adalah stasiun IV, dan terjelek adalah stasiun II. Demikian pula apabila dilihat dari nilai indeks keseragamannya, maka kondisi lingkungan yang terbaik adalah berada di stasiun I dan terburuk di stasiun II.

Dari uraian diatas dapat digarisbawahi bahwa berdasarkan nilai Indeks Keanekaragaman Jenis (H') menunjukkan bahwa kualitas lingkungan kawasan didaerah penelitian ternyata telah tercemar. Tingkat pencemaran air semuanya tergolong berat, namun lokasi stasiun IV, termasuk yang paling baik diantara yang jelek, karena indeks keanekaragamannya mendekati nilai 2,0. Jumlah individu (N), Nilai Indeks Keanekaragaman (H') dan Keseragaman (E) Jenis Makrobenthos di Daerah Penelitian dapat dilihat pada tabel 45.

Tabel 45. Jumlah Jenis (S), Nilai Indeks Keanekaragaman (H') dan Keseragaman (E) Jenis Makrobenthos di Daerah Penelitian.

Stasiun pengamatan	Simbul	Sampilng		Rerata
		I	II	
I	N	104	355	229
	H	1,58	1,56	1,57
	E	0,58	0,85	0,71
II	N	756	1470	1113
	H	1,13	1,39	1,26
	E	0,40	0,60	0,50
III	N	513	1038	775
	H	1,44	1,58	1,51
	E	0,62	0,61	0,61
IV	N	219	720	470
	H	1,28	2,56	1,92
	E	0,64	0,74	0,90

Sumber : Data primer, 2001

4.2.3.2. Keterkaitan antara parameter DO, COD, *Escherichia coli* dan TPC dengan BOD₅.

Setelah dilakukan uji di dalam laboratorium tentang kandungan DO, COD, *Escherichia coli* dan TPC dan BOD₅ di seluruh lokasi penelitian maka selanjutnya dilakukan uji statistik untuk mengetahui keterkaitan antara DO, COD, *Escherichia coli* dan TPC dengan BOD₅. Uji statistik ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh DO, COD, *Escherichia coli* dan TPC terhadap BOD₅. Adapun uji yang digunakan adalah uji regresi linier berganda.

Dari hasil pengujian dengan regresi linier berganda menggunakan metode enter dapat diketahui bahwa nilai F hitung yang terbentuk adalah sebesar 4,171 dengan nilai P value sebesar 0,135. Karena nilai P value tersebut lebih dari 0,05 maka dapat disimpulkan bahwa secara simultan (bersama-sama) kandungan

DO, COD, *Escherichia coli* dan TPC tidak dapat mempengaruhi BOD₅.

Untuk mengetahui kandungan kimia yang secara pasti dapat mempengaruhi BOD₅ maka dilakukan uji regresi linier berganda dengan metode Stepwise dan Backward. Pada metode ini kandungan kimia yang tidak berpengaruh BOD₅ akan dihilangkan sehingga akan diketahui secara pasti kandungan apa saja yang dapat mempengaruhi BOD₅. Setelah dilakukan uji regresi linier berganda dengan metode Stepwise maupun Backward dapat terlihat dengan jelas bahwa hanya COD yang dapat mempengaruhi kandungan BOD₅. Pada uji ini menghasilkan nilai F hitung sebesar 27,362 dengan nilai P value 0,002.

Besarnya pengaruh yang diberikan oleh COD terhadap perubahan BOD₅ di seluruh lokasi penelitian adalah sebesar 82%. Sehingga dapat dikatakan bahwa setiap perubahan pada nilai BOD₅, sebesar 82%nya merupakan akibat dari perubahan kandungan COD.

Persamaan yang terbentuk dari uji regresi linier dengan metode Stepwise Backward ada pada lampiran 4.1 adalah :

$$Y = 100,337 + 0,255 \text{ COD}$$

Dari persamaan tersebut dapat diartikan bahwa setiap peningkatan COD sebesar 1 mg/l maka akan mengakibatkan peningkatan pada kandungan BOD₅ sebesar 0,255 mg/l.

Kebutuhan oksigen biokimia (BOD_5) menunjukkan banyaknya jumlah oksigen yang digunakan oleh dekomposer untuk menguraikan bahan organik dalam volume air tersebut. Sedangkan kebutuhan oksigen kimia (COD) menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi semua bahan kimia dalam air. Dalam hal ini karena nilai BOD_5 dan COD sama-sama menunjukkan jumlah senyawa oksigen yang diperlukan untuk kepentingan oksidasi maka nilai yang ditunjukkan adalah sebanding, hanya karena jumlah senyawa kimia yang bisa dioksidasi secara kimia lebih besar dibandingkan secara biologis, maka nilai COD cenderung lebih tinggi dari nilai BOD_5 .

4.2.3.3. Keterkaitan antara Parameter DO, COD, *Escherichia coli*, TPC, BOD_5 dan TDS dengan Keanekaragaman Biota.

Uji regresi linier berganda antara DO, COD, *Escherichia coli*, TPC, BOD_5 dan TDS terhadap Keanekaragaman Biota dengan menggunakan metode enter menghasilkan nilai F hitung 1,065 dengan nilai P value 0,630. Karena nilai P value tersebut lebih dari 0,05 maka disimpulkan bahwa secara simultan DO, COD, *Escherichia coli*, TPC, BOD_5 dan TDS tidak dapat mempengaruhi Keanekaragaman biota.

Hasil uji regresi linier berganda dengan metode Backward menghasilkan nilai F hitung 9,453 dengan nilai P value 0,020. Akan tetapi parameter kimia yang masuk dalam model ini hanya

TDS dan DO, sehingga dapat disimpulkan bahwa hanya TDS dan DO saja yang dapat mempengaruhi keanekaragaman biota di lokasi penelitian (lampiran 4.2).

Persamaan regresi yang terbentuk adalah :

$$Y = 6,361 - 0,231 \text{ DO} - 0,078 \text{ TDS}$$

Dari persamaan tersebut dapat diartikan sebagai berikut ;

- a. Jika DO meningkat sebesar 1 mg/l maka akan mengakibatkan menurunnya keanekaragaman biota sebesar 0,231.
- b. Jika TDS meningkat sebesar 1 mg/l maka akan mengakibatkan penurunan nilai keanekaragaman biota sebesar 0,078.

Dari uraian di atas diketahui bahwa terhadap nilai keanekaragaman, parameter yang berpengaruh adalah DO dan TDS. Hal ini ditunjukkan dengan hubungan negatif yang terjadi antara nilai DO, TDS dengan nilai keanekaragaman yang berarti bahwa semakin rendah nilai DO maka nilai keanekaragaman semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa hewan makrobenthos yang berhasil ditemukan untuk kemudian diidentifikasi merupakan jenis makrobenthos tertentu yang tahan pada kondisi oksigen yang minim, seperti Bivalvea .

4.3. Pengaruh Pola Sanitasi Lingkungan Masyarakat dan Keberadaan Industri terhadap Prokasih.

Untuk mengetahui pengaruh pola sanitasi lingkungan yang ada di masyarakat dan keberadaan industri terhadap Prokasih dilakukan uji regresi linier berganda. Adapun hasil dari uji regresi linier berganda dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Pengaruh Pola Sanitasi Lingkungan Masyarakat dan Keberadaan Industri terhadap Prokasih pada Masyarakat di sekitar Sungai Tapak.

Dari perhitungan regresi berganda dengan menggunakan program SPSS for windows diperoleh persamaan regresi sebagai berikut (lampiran 4.3) :

$$Y = 7,729 + 0,09685 X_1 + 0,417 X_2$$

Hasil analisa regresi di atas menunjukkan terdapat dua koefisien (X_1 dan X_2) menunjukkan tanda positif dan signifikan pada tingkat kesalahan (α) = 1%, ini berarti faktor pola sanitasi lingkungan dan industri mempunyai pengaruh yang positif terhadap keberadaan Prokasih.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai $R^2 = 0,396$ atau 39,6%. ini berarti bahwa variabel pola sanitasi lingkungan dan industri secara bersama-sama mempengaruhi variabel Prokasih sebesar 39,6%,

sedangkan sisanya 60,4% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diajukan dalam penelitian ini.

Dari hasil perhitungan SPSS for windows nilai koefisien korelasi linier berganda (r) adalah sebesar 0,629 artinya angka tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara variabel dependen (Y) dengan variabel independen (X_1, X_2) adalah erat dan positif, karena nilai tersebut melebihi angka 0,5.

Untuk mengetahui apakah hipotesis dalam penelitian ini diterima atau ditolak, maka diadakan pengujian hipotesis dengan membandingkan t -hitung dengan t -tabel.

- Uji t (t-test)

Pengujian dilakukan secara individual untuk menguji masing - masing pengaruh variabel (pola sanitasi lingkungan dan industri) terhadap variabel dependen (Prokasih). Kriteria yang digunakan :

- Tingkat kepercayaan 99 % ($\alpha=1\%$)
- Derajat kebebasan ($n-k-1$) = $95-3-1= 91$
- Diperoleh t -tabel 1% = 2,6286

Dengan perbandingan nilai t -hitung dengan t -tabel, maka keputusan yang diambil adalah sebagai berikut :

a) Variabel X_1 (pola sanitasi lingkungan)

Dengan menggunakan program SPSS for windows diperoleh t -hitung sebesar $0,903 < t$ -tabel yaitu 2,6286., maka H_0 diterima

dan H_a ditolak, dengan kata lain bahwa variabel pola sanitasi lingkungan tidak memberi kontribusi secara nyata ($P > 0,05$) dalam mempengaruhi Prokasih.

b) Variabel X_2 (industri)

Nilai t-hitung untuk X_2 ($7,539$) $>$ ($2,6286$), maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga dapat dikatakan bahwa variabel industri mempunyai pengaruh atau memberikan kontribusi yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap Prokasih.

b. Pengaruh Pola Sanitasi Lingkungan Masyarakat dan Keberadaan Industri terhadap Prokasih pada Masyarakat di sekitar Sungai Banjir Kanal Barat.

Dari perhitungan regresi berganda dengan menggunakan program SPSS for windows diperoleh persamaan regresi sebagai berikut (lampiran 4.4) :

$$Y = 7,689 + 0,0659 X_1 + 0,448 X_2$$

Hasil analisa regresi di atas menunjukkan terdapat dua koefisien (X_1 dan X_2) menunjukkan tanda positif dan signifikan pada tingkat kesalahan (α) = 1%, ini berarti bahwa faktor pola sanitasi lingkungan dan industri mempunyai pengaruh yang positif terhadap keberadaan Prokasih.

Nilai $R^2 = 0,457$ atau 45,7%. ini berarti bahwa variabel pola sanitasi lingkungan dan industri secara bersama-sama mempengaruhi variabel Prokasih sebesar 45,7%, sedangkan sisanya 54,3% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diajukan dalam penelitian ini.

Dari hasil perhitungan SPSS menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi linier berganda (r) adalah sebesar 0,676 artinya angka tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara variabel dependen (Y) dengan variabel independen (X_1, X_2) adalah erat dan positif, karena semakin mendekati angka satu (lebih dari angka 0,5).

Untuk mengetahui apakah hipotesis dalam penelitian ini diterima atau ditolak, maka diadakan pengujian hipotesis dengan membandingkan t -hitung dengan t -tabel

- Uji t (t-test)

Pengujian dilakukan secara individual untuk menguji masing-masing pengaruh variabel

Kriteria yang digunakan adalah :

- Tingkat kepercayaan 99 % ($\alpha=1\%$)
- Derajat kebebasan ($n-k-1$) = $95-3-1= 91$

Dengan perbandingan nilai t -hitung dengan t -tabel, maka keputusan yang diambil adalah sebagai berikut :

a) Variabel X_1 (pola sanitasi lingkungan)

Dengan menggunakan program diperoleh t-hitung sebesar 0,692 < dibanding t-tabel yaitu 2,6286 , maka H_0 diterima dan H_a ditolak, dengan kata lain bahwa variabel pola sanitasi lingkungan tidak memberi kontribusi secara nyata dalam mempengaruhi Prokasih.

b) Variabel X_2 (industri)

Nilai t-hitung untuk X_2 (8,724) > (2,6286), maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga dapat dikatakan bahwa variabel industri mempunyai hubungan atau memberikan kontribusi nyata terhadap Prokasih.

c. Pengaruh Pola Sanitasi Lingkungan Masyarakat dan Keberadaan Industri terhadap Prokasih pada Masyarakat di sekitar Sungai Babon.

Dari perhitungan regresi berganda dengan menggunakan program SPSS for windows diperoleh persamaan regresi sebagai berikut (lampiran 4.5) :

$$Y = 7,115 + 0,08979 X_1 + 0,447 X_2$$

Hasil analisa regresi di atas menunjukkan terdapat dua koefisien (X_1 dan X_2) menunjukkan tanda positif dan signifikan pada tingkat kesalahan (α) = 1%, ini berarti faktor pola sanitasi

lingkungan dan industri mempunyai pengaruh yang positif terhadap keberadaan Prokasih.

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai $R^2 = 0,460$ atau 46%. ini berarti bahwa variabel pola sanitasi lingkungan dan industri secara bersama-sama mempengaruhi variabel Prokasih sebesar 46%, sedangkan sisanya 54% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diajukan dalam penelitian ini.

Dari hasil perhitungan SPSS menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi linier berganda (r) adalah 0,678 artinya angka tersebut menunjukkan hubungan antara variabel dependen (Y) dengan variabel independen (X_1, X_2) adalah erat dan positif, karena mendekati angka satu. Untuk mengetahui apakah hipotesis dalam penelitian ini diterima atau ditolak, maka diadakan pengujian hipotesis dengan membandingkan t -hitung dengan t -tabel

- Uji t (t -test)

Pengujian dilakukan secara individual untuk menguji masing - masing pengaruh variabel (pola sanitasi lingkungan, industri) terhadap variabel dependen (Prokasih). Kriteria yang digunakan :

- Tingkat kepercayaan 99 % ($\alpha=1\%$)
- Derajat kebebasan ($n-k-1$) = $95-3-1= 91$
- Diperoleh t -tabel = 2,6286

a) Variabel X_1 (pola sanitasi lingkungan)

t-hitung sebesar $0,945 < t\text{-tabel}$ yaitu $1,6613$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak, dengan kata lain bahwa variabel pola sanitasi lingkungan tidak memberi kontribusi secara nyata dalam mempengaruhi Prokasih.

b) Variabel X_2 (industri)

Nilai t-hitung untuk X_2 ($8,705 > (2,6286)$), maka H_0 ditolak dan H_a diterima, sehingga dapat dikatakan bahwa variabel industri mempunyai hubungan atau memberikan kontribusi sangat nyata terhadap Prokasih.

Hasil uji korelasi antara variabel pola sanitasi lingkungan dan keberadaan industri dengan Prokasih dimasyarakat sekitar lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 46.

Tabel 46. Hasil uji korelasi antara variabel pola sanitasi lingkungan dan keberadaan industri dengan Prokasih pada masyarakat sekitar lokasi penelitian.

No	Nama sungai	Variabel	Nilai r	P value	Ket
1	Tapak	Sanitasi	0,149	0,075	1)
		Industri	0,625	0,000	2)
2	Banjir Kanal Barat	Sanitasi	0,091	0,191	1)
		Industri	0,674	0,000	2)
3.	Babon	Sanitasi	0,121	0,122	1)
		Industri	0,674	0,000	2)

Keterangan : 1). Tidak signifikan ;
2). Signifikan pada tarap 99 %

Berdasarkan hasil uji seperti tertera pada tabel tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa pada ke 3 (tiga)

sungai lokasi penelitian hanya variabel keberadaan industri saja yang berpengaruh terhadap Prokasih.

4.4. Keterkaitan Antara Pencemaran Bahan Organik Yang Ada di DPS Banjir Kanal Barat Dengan di Muara Sungai (Kawasan Pesisir) dan Faktor-Faktor Penyebabnya.

Dari data sekunder yaitu data hasil penelitian yang dilakukan oleh tim Prokasih Bappedal terhadap kualitas air di sungai Banjir Kanal Barat dari stasiun I (hulu) sampai dengan stasiun V (kurang lebih berjarak 2 km dari hilir atau muara sungai) yang tercemar oleh limbah industri menunjukkan bahwa nilai parameter BOD₅ antara 1,36 - 29,25 mg/l, COD antara 8,551 – 55,01 mg/l, TDS antara 170 –1892 mg/l dan DO antara 3,0 – 7,66 mg/l . Bila dibandingkan dengan nilai baku mutu sesuai dengan SK Gubernur Jawa Tengah Nomor 660.1/26/1990 menunjukkan bahwa nilai-nilai tersebut berada jauh dibawah batas maksimal baku mutu yang dipersyaratkan atau kualitas air diwilayah tersebut masih belum tercemar . (Untuk sungai Tapak dan Babon tidak dapat terprediksi karena tidak ada pemantauan yang kontinyu dari tim Prokasih)

Bila dibandingkan dengan hasil penelitian (data primer) terhadap kualitas air yang dilakukan pada daerah sekitar muara sungai Banjir Kanal Barat (kawasan pesisir Semarang) yang berjarak kurang lebih 2 km dari stasiun V (data sekunder) menunjukkan perbedaan nilai

rata-rata yang sangat nyata, yaitu nilai parameter BOD₅ antara 309,4 – 402,0 mg/l , COD antara 958,33 – 966,20 mg/l , TDS antara 500,90 – 520,10 mg/l dan DO antara 2,4 – 3,6 mg/l dan dengan ditemukannya beberapa jenis bakteri *pathogen*.

Perbedaan nilai yang besar antara beberapa parameter pada lokasi yang tidak terlalu jauh tersebut, ditambah dengan ditemukannya bakteri pathogen seperti *salmonella* dan *vibrio cholerae* sebagai bukti bahwa pencemaran oleh bahan organik mendominasi kawasan tersebut dan menunjukkan bahwa ada faktor – faktor lain yang memberikan kontribusi beban pencemaran yang cukup besar (yang belum terprediksi dalam penelitian ini) sehingga mampu menaikkan nilai parameter-parameter tersebut. Pola sanitasi lingkungan masyarakat disekitar sungai yang tidak baik memberikan andil yang cukup besar terhadap terjadinya masalah tersebut. Seperti disebutkan bahwa sumber pencemaran dari kegiatan domestik memberikan sekitar 70 % dari sejumlah kasus pencemaran oleh bahan organik di Indonesia (Kementrian Negara Lingkungan Hidup, 1977).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan :

1. Hasil analisis terhadap kualitas air menunjukkan bahwa di muara sungai Tapak, Banjir Kanal Barat, kawasan pesisir Semarang, dan muara sungai Babon beberapa parameter telah melewati ambang batas yang ditetapkan (SK.Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Tengah No. 660.1/26/1990). Parameter tersebut adalah BOD₅, COD, DO, padatan terlarut (TDS) dan BOT serta parameter TPC, *Escherichia coli* dan *Salmonella* (Standar Nasional Indonesia (SNI) bidang perikanan, 1994).
2. Ada suatu kecenderungan bahwa kandungan bahan organik di daerah penelitian ditentukan oleh tingginya nilai BOD₅.
3. Keanekaragaman biota di wilayah penelitian rendah.
4. Keanekaragaman biota di wilayah penelitian cenderung ditentukan oleh nilai DO dan TDS.
5. Keberhasilan Prokasih secara sangat nyata ditentukan oleh keberadaan industri.
6. Kualitas air disekitar kawasan pesisir Semarang berkaitan erat dengan keberadaan industri disekitar Daerah Aliran Sungai yang bermuara dipesisir Semarang dan pola sanitasi lingkungan masyarakat terutama yang bermukim disekitar sungai.

7. Pencemaran bahan organik yang terjadi disekitar pesisir Semarang disebabkan oleh kontribusi cemaran yang berasal dari limbah cair industri- industri yang berada disekitar sungai dan sebagian lagi diakibatkan oleh adanya cemaran limbah yang berasal dari kegiatan bidang domestik.

5.2. SARAN – SARAN

1. Kaitannya antara penelitian yang dilakukan oleh tim prokash Bappedal terhadap sejumlah industri yang berlokasi disekitar daerah aliran sungai Tapak, Banjir Kanal Barat, dan Babon seperti tertera pada data sekunder, yang menunjukkan adanya kontribusi pencemar bahan organik terhadap sungai-sungai tersebut dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa disekitar muara sungai-sungai tersebut atau dikawasan pesisir Semarang telah terjadi pencemaran bahan organik yang dibuktikan dengan terlampauinya nilai sejumlah parameter fisika, kimia dan biologi dari ambang batas peruntukannya, maka pihak terkait yang menangani masalah ini yaitu Pemerintah Daerah (Bappedal) dapat berinisiatif memberikan semacam teguran, saran dan bimbingan pada industri-industri yang berlokasi disekitar sungai-sungai tersebut khususnya dalam masalah penanganan limbah melalui :
 - a. Mewajibkan pembuatan RKL,RPL dan Amdal.

- a. Mewajibkan pengoperasionalkan IPAL secara efektif.
 - b. Tindakan sidak ke industri - industri yang diduga memiliki potensi pencemaran tinggi.
agar beban limbah yang dibuang kesungai yang pada akhirnya menimbulkan pencemaran dipantai dapat diminimalkan.
2. Untuk pihak pemerintah saran yang dapat diberikan secara umum adalah :
- a. Meningkatkan fungsi kelembagaan dan kemampuan aparat terkait dibidang lingkungan hidup.
 - b. Meningkatkan pelaksanaan perundang-undangan kaitannya dengan masalah pencemaran lingkungan.
 - c. Pemerintah dapat mengajak masyarakat dalam usaha meminimalkan beban cemaran sungai diwilayahnya melalui peningkatan kesadaran kebersihan dilingkungan masing-masing dan kegiatan lain yang secara langsung dapat mengurangi tingkat pencemaran air seperti mengembangkan sejenis mikroba pengurai atau semacam tumbuhan yang berfungsi mengurangi / menetralkan kawasan yang tercemar.
 - d. Perlu kerjasama antar beberapa instansi terkait yang berhubungan dengan masalah pengelolaan disekitar dikawasan pesisir seperti Dinas Perikanan dan Kelautan, Dinas Perindustrian, Dinas Perhubungan, Dinas Pariwisata,

Dinas Pekerjaan Umum, Dinas Tata Kota dan Bappedal, agar didalam mengambil langkah – langkah kebijaksanaan ada sinkronisasi dan tidak tumpang tindih.

e. Dalam upaya pengelolaan kualitas air sungai yang dilakukan Oleh Bappedal melalui prokasih, pemantauan kualitas air sungai hendaknya dilakukan dari hulu sampai hilir sungai. Hal ini penting kaitannya dengan pengelolaan kualitas air dikawasan pesisir sebagai outputnya.

3. Meningkatkan peran serta dan pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan lingkungan secara lebih nyata dan jelas agar didalam masyarakat tumbuh sikap berani, merasa lebih memiliki terhadap lingkungan alam disekitarnya, menumbuhkan kepekaan dan sensitifitas tinggi terhadap masalah-masalah lingkungan yang terjadi disekitarnya melalui diskusi-diskusi, sarasehan dan kegiatan-kegiatan lain yang bersifat informil bersama pemerintah, lembaga-lembaga penelitian, LSM, sehingga pandangan dan reaksi masyarakat dapat dijadikan masukan oleh para pengambil keputusan dalam menentukan skala prioritas dalam rangka meningkatkan kualitas pengambilan keputusan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abel, P.D. 1989. **Water Pollution Biology**. Halstod Press. A Division Of John Willey And Son. New York.
- Alaerts, G Dan S.S. Santika. 1984. **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional. Surabaya.
- Apha. 1985. **Standart Methods of Examination For Water And Waste Water**. 16th ed. Inc. New York.
- Biro Pusat Statistik. 2000. **Jawa Tengah Dalam Angka**. Pemerintah Daerah Tingkat I Jawa Tengah.
- Boyd, C.E. 1982. **Water Quality In Warm Water Fish Pond**. Auburn University Agricultural E Teriment. Alabama.
- Brown, V.H. 1975. **Fish**. In B. A. Whitton (Ed) River Ecology (II). Blackwe; Sci. Pub. Oxford. London.
- Canter, W.L. dan L.G. Hill. 1979. **Handbook of Variable For Environmental Impact Assessment**. Ann Arbor Sci. Pub. Inc. USA.
- Clark, J. 1974. **Coastal Ecosystem**. Ecological Conservation Foundation. National Oceanic and Atmospheric Adm. Washington DC.
- Clark, R.B. 1986. **Marine Pollution**. Clarendon. Press. Oxford.
- Dahuri, R. 1992. **Strategi Pembangunan Pesisir Secara berkelanjutan, Bahan Kursus pelatihan pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Secara Terpadu dan Holistik**. Angkatan I, 5 – 17 Oktober. Kerjasama Ditjen Dikti dan PPLH-IPB. Bogor.
- Dahuri, R. dan Arumsyah, S. 1994. **Ekosistem Pesisir**. Makalah Pada Marine and Coastal Management Training. PSL Undana. Kupang. NTT.
- Dyah Umi, 2000. **Studi Pemanfaatan Azzola Pinnata untuk menurunkan kadar BOD , COD, N dan P pada air limbah pabrik tahu**, Jurnal Kimia Lingkungan Volume 1 No 2. Kelompok Studi Lingkungan FMIPA Unair. Surabaya.
- Evaluasi Hujan Bulan Januari-Desember 2001 dan Prakiraan Hujan Bulan Januari-Desember 2001**. Badan Meteorologi dan Geofisika Balai Wilayah II Stasiun Klimatologi Kelas I. Semarang
- Gunawan, RM. 1999. **Telaah Keracunan Makanan Sebagai Salah Satu Dampak Pencemaran Di Lingkungan**. Jurnal Toksikologi Volume 1. Bandung.

- GESAMP, 1976. **Report and studies No.2 : Review of harmful substances** United Nation, New York.
- Hariadi, Sigit. 1992. **Limnologi, Metoda Analisa Kualitas Air**. Fakultas Perikanan, IPB. Bogor
- Hutabarat, dan S.M. Evans. 1984. **Pengantar Oseanografi**. Kanisius. Yogyakarta.
- Husein U, 2000. **Metode Penelitian Skripsi dan Tesis**. Bisnis Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hynes, H.B.W. 1974. **The Ecology of Running Water**. University of Toronto Press.
- Koesoebiono. 1979. **Dasar-dasar Ekologi Umum Bagian IV (Ekologi Perairan)**. Sekolah Pascasarjana. Program Studi Lingkungan, IPB. Bogor.
- Krebs, C.J. 1978. **Ecology The Experimental Analysis of Distribution and Abundance**. Harper and Rows Pub. New York.
- Laporan Program Kali Bersih Tahun 1998/1999 Pemerintah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah
- Laporan Program Kali Bersih Tahun 1999/2000 Pemerintah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah
- Laporan Program Kali Bersih Tahun 2000/2001 Pemerintah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah
- Lee, C.D.; S.B. Wang and C.L. Kuo. 1978. **Benthic and Fish as Biological Indicator of Water Quality**. With References on Water Pollution Control In Developing Countries. Bangkok. Thailand.
- Mahida. U.N. 1993. **Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri**. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Manahan, S.E. 1975. **Environmental Chemistry**. Willard Grant Press. Boston. Massachussets.
- MENKLH. 1988. **Pedoman Baku Mutu Lingkungan**. No. Kep-02/MENKLH/1988. Setneg. Jakarta.
- NTAC (National Techinal Advisory Committee). 1968. **Water Quality Criteria**. Federal Water Pollution Control Administration. Washington DC.
- Nybakken, J.W. 1988. **Marine Biology**. An Ecological Approach. Harper and Rows Pub. New York.
- Odum, E.P. 1971. **Fundamentals Of Ecology**. Toppan Company Ltd. Tokyo.
- Ott, W.R. 1978. **Environmental Indices**. Theory and Practise. Ann Arbor Sci Pub Inc. Michigan.

- Pariwono, J. I; H. S. Sanusi; S. Rahardjo; A. Chaerudin; R. Affandi dan I. Muchsin. 1989. **Pengaruh Pasang Surut Terhadap penyebaran Limbah Dalam Sistem Sungai di DKI Jakarta**. Buletin penelitian IPB. 7(1). Lembaga Penelitian IPB. Bogor.
- Pescod, M.B. 1973. **Investigation of National Effluent and Stream Standarts For Tropical Countries**. AIT. Bangkok.
- Pond. S. 1978. **Introductory Dynamic Oceanography**. Pergamon Press. California.
- Price, D.R.H.1979. **Fish As Indicators of River Water Quality**. In A James and Lilian Evison. **Biology Indicators of Water Quality**. John Willey and Sons New York.
- Prijadi S,1997. **Dampak Buangan Limbah Industri pada Kualitas Perairan di Saerah Pertambakan Sayung Demak**. Prosiding Seminar Nasional Wilayah Pantai Aspek Manajemmen dan Dinamika Biogeofisik. Editor Ign. Boedi Hendrarto. Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai Universitas Diponegoro.Semarang
- Program Sanitasi Keckerangan di Indonesia, 2000**. Departemen Pertanian Direktorat Jendral Perikanan. Proyek Pengembangan Usaha Perikanan TA 1999/2000. Jakarta
- Reid, G.K. 1961. **Ecology of Inland Water and Estuaries**. Rehold Pub. New York.
- Riadi. 1984. **Pencemaran Air**. Karya Anda. Surabaya.
- Ruswahyuni, dkk. 1996. **Laporan Penelitian Pemodelan dan Simulasi Komputer Limbah Air Panas Akibat Sirkulasi Air Pendingin PLTU Terhadap Kualitas Lingkungan Perairan**. September 1996. UNDIP, Program Studi Perikanan dan Ilmu Kelautan
- Saeni. M.S. 1989. **Kimia Lingkungan**. Ditjen Dikti. PAU. Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor.
- Santoso, Singgih. 1999. **Latihan SPSS Statistik Parametrik**. Elekomputindo, Jakarta.
- Sastrawijaya, T. A. 1991. **Pencemaran Lingkungan**. Bineka Citra. Jakarta.
- Soeminarti , 1993. **Dampak Aktivitas Manusia pada Mikroflora di Teluk Jakarta** . Makalah pada Seminar Pemantauan Pencemaran Laut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. LIPI. Jakarta.
- Soutwick, C. H. 1976. **Ecology and Quality of Our Environmental**. 2nd Ed. D. Van Nostrand. Company. New York.
- Supardi, Imam. 1999. **Mikrobiologi dalam Pengelolaan dan Keamanan Pangan**. Alumni. Bandung.

- Supriharyono, 1978. **Kondisi Kualitas Air di Saluran Daerah Persawahan, Persawahan-Pemukiman dan Pemukiman Delta Upang Sumatera Selatan.** Tesis Pascasarjana IPB. Bogor.
- Supriharyono. 2000. **Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis.** Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suriawiria, U. 1986. **Biologi Air dan Dasar-dasar Pengelolaan Air Secara Biologi.** Alumni. Bandung.
- Suriawiria, U. 1986. **Mikrobiologi Air.** Alumni. Bandung.
- Sutamihardja, R.T.M. 1978. **Akibat Pencemaran Air Terhadap Pertanian, Perikanan dan Kehidupan Akuatik Makalah Seminar Pengendalian Pencemaran Air.** Ditjen Pengairan. Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Sutomo, 1993. **Pemantauan Kandungan Klorofil A, Fitoplankton dan Kondisi Hidrologi di Perairan Muara Sungai Angke Teluk Jakarta,** Prosiding Seminar Nasional Wilayah Pantai Aspek Manajemen dan Dinamika Biogeofisik. Editor Ign. Boedi Hendarto. Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wardoyo, S.T.H. 1978. **Kriteria Kualitas Air Untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan.** Seminar Pengendalian Pencemaran Air. Ditjen pengairan. Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Welch, P.S. 1952. **Limnology.** Mc Graw Hill Book Co. Inc. London.
- Welcome, R. L. 1985. **River Fisheries.** FAO. Fish Tech. Pop.
- Yusuf, dkk. 1995. **Kondisi Kualitas Air dan Susunan Komunitas Hewan Makrobentos di Muara Sungai Tapak Semarang, UNDIP.** Program Studi Perikanan dan Ilmu Kelautan.