

46.375 / H / 12



RSBi
597.74
Suy
S-1

2012

TUGAS AKHIR - SB 091358

**SINTASAN (*SURVIVAL RATE*) IKAN MUJAIR
(*Oreochromis mossambicus*) SECARA *IN-SITU*
DI KALI MAS SURABAYA**

Eni Suyantri
1507 100 057

Dosen Pembimbing
Aunurohim, S.Si, DEA
Dra. Nurlita Abdulgani, M.Si

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl Terima	6 - 2 - 2012
Terima Dari	H
No Agenda Prp.	-

JURUSAN BIOLOGI
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2012



FINAL PROJECT - SB 091358

SURVIVAL RATE OF *Oreochromis mossambicus* IN MAS RIVER SURABAYA

Eni Suyantri
1507 100 057

Advisor Lecturer
Aunurohim, S.Si, DEA
Dra. Nurlita Abdulgani, M.Si

DEPARTMENT OF BIOLOGY
Faculty of Mathematic and Natural Science
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2012

LEMBAR PENGESAHAN

SINTASAN (*SURVIVAL RATE*) IKAN MUJAIR (*Oreochromis mossambicus*) SECARA *IN-SITU* DI KALI MAS SURABAYA



TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Jurusan S-1 Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

ENI SUYANTRI
NRP. 1507 100 057

Disetujui oleh Pembimbing Proposal Tugas Akhir:

1. Aunurohim, S.Si, DEA..... (pembimbing 1)
2. Dra. Nurlita Abdulgani, M.Si... (pembimbing 2)

Surabaya, 1 Februari 2012

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi FMIPA ITS




Dr. rer. nat. Ir. Maya Shovitri, M.Si
NIP. 19690907 199803 2 001

**SINTASAN (*SURVIVAL RATE*) IKAN MUJAIR
(*Oreochromis mossambicus*) SECARA *IN-SITU* DI KALI
MAS SURABAYA**

Nama : Eni Suyantri
NRP : 1507 100 057
Jurusan : Biologi
Dosen Pembimbing : 1. Aunurohim, S.Si, DEA
2. Dra. Nurlita Abdulgani, M.Si

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sintasan (*Survival Rate*) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) secara in-situ di Kali Mas Surabaya. *Survival Rate* Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) diukur di tiga stasiun sampling yang masing-masing mewakili hulu (Gunung Sari/stasiun sampling 1), tengah (Ngagel/stasiun sampling 2) dan hilir (Petekan/stasiun sampling 3). Pengukuran *Survival Rate* Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dilakukan dengan metode keramba jaring (*fish caged method*) selama 28 hari. Selama pengambilan data *Survival Rate* juga dilakukan pengukuran parameter fisik, kimia dan logam berat dengan periode pengambilan data pada hari ke-0, 7, 14, 21 dan 28. Nilai *Survival Rate* Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dari ketiga stasiun sampling selama 28 hari berturut-turut adalah 45%, 23.33% dan 6.67%. Sebagian besar parameter lingkungan telah melampaui batas baku mutu perairan golongan II sebagaimana peruntukan Kali Mas Surabaya sebagai bahan baku air minum.

Kata kunci: *Survival Rate*; Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*); Kali Mas Surabaya

SURVIVAL RATE OF *Oreochromis mossambicus* IN MAS RIVER SURABAYA

Name : Eni Suyantri
NRP : 1507 100 057
Departement : Biology
Advisor Lecturer : 1. Aunurohim, S.Si, DEA
2. Dra. Nurlita Abdulgani, M.Si

ABSTRACT

This research aims to determine Survival Rate Oreochromis mossambicus in-situ at Mas River Surabaya. Survival Rate of Oreochromis mossambicus was measured on the three sampling stations, each of which represents the upstream (Gunung Sari/sampling station 1), middle (Ngagel/ sampling station 2) and downstream (Petekan/sampling station 3). Measurement of Survival Rate of Oreochromis mossambicus performed by the fish caged method for 28 days. During the data retrieval is also carried out measurements of the Survival Rate of physical parameters, chemical and metal, with periods of data capture on 1st, 7st, 14st, 21st and 28st. The value of Survival Rate Oreochromis mossambicus of these three consecutive sampling station is 45%, 23.33% and 6.67% for 28 days. Most of the environmental parameters measured has exceeded limits the quality of raw water in Group II as allotment Mas River Surabaya.

Key words: Survival Rate; Oreochromis mossambicu; Mas River Surabaya

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan segala bimbingan-Nya Tugas Akhir berjudul **"Sintasan (Survival Rate) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) secara *In-Situ* di Kali Mas Surabaya"** ini dapat terselesaikan.

Selain itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu pengerjaan Tugas Akhir ini. Bapak Aunurohim, DEA dan Ibu Dra. Nurlita Abdulgani, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, nasehat dan pengarahannya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Ibu Dr.rer.nat Ir. Maya Shovitri, M.Si selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Bapak Mukhammad Muryono, S.Si, M.Si., dan Ibu Indah Trisnawati D. T., M, Si, Ph.D sebagai dewan penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Ibu Dewi Hidayati, S.Si, M.Si. yang telah memberi banyak masukan, saran dan nasehat.

Orang tua dan keluarga tercinta atas restu, doa dan dorongan yang diberikan hingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Teman-teman seperjuangan Robby Febryanto, Amalia Khoirun Nisa', Aisyah Syatik, Eki Fitriana, Silka Dewi Suci, Nicha Asdewi, Arsetyo Rahardianto, Evik Kurnia dan Aftria Rizvica atas kerja sama dan dukungannya selama ini. Senja Ike Rismawati, Mussalamah, Meirina Fitri H. dan Ika Puspita N. atas segala dukungan yang diberikan. Mas Indar Luh Sepdyanuri yang selalu memberikan semangat dan dukungan. Teman-teman angkatan 2007 yang telah banyak membantu pengerjaan Tugas Akhir ini.

Kepala Laboratorium, Deputi, dan teman-teman di Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1 Malang yang telah banyak membantu dan memberi dukungan. Semua pihak yang

telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan senang hati. Atas saran dan kritik yang diberikan penulis menyampaikan terima kasih.

Penulis

Surabaya, Februari 2012

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	5
2.2 Ikan Sebagai Indikator.....	6
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ikan.....	8
2.4 Sintasan atau Kelulushidupan (<i>Survival Rate</i>).....	9
2.5 Pencemaran Perairan.....	9
2.6 Hal-hal yang Mempengaruhi PencemaranLingkungan....	10
2.7 Parameter Pencemaran Lingkungan.....	11
2.7.1 Parameter Fisik.....	11
2.7.2 Parameter Kimia.....	11
2.7.3 Parameter Biologi.....	13
2.8 <i>Biomonitoring in-situ</i>	13
2.9 Metode Keramba Jaring (<i>Fish Cage Method</i>).....	16
BAB III METODOLOGI	
3.1 Waktu dan Lokasi.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.2.1 Alat.....	19
3.2.2 Bahan.....	19

3.3	Metode Kerja.....	19
3.3.1	Persiapan Alat/Bahan dan Stasiun Penelitian.....	19
3.3.1.1	Survey Awal Stasiun.....	19
3.3.1.2	Pengkondisian Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	22
3.3.1.3	Preparasi Keramba Jaring.....	23
3.3.2	Penempatan Keramba Jaring dan Pengukuran Sintasan (<i>Survival Rate</i>) Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) secara <i>In-situ</i>	24
3.3.3	Sampling dan Pengukuran Parameter Lingkungan.....	27
3.4	Analisa Data.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Data Hasil Pengamatan untuk Parameter Lingkungan.....	31
4.1.1	Parameter Non-Logam (Fisik dan Kimia).....	32
a.	Salinitas.....	35
b.	<i>Puissance negative de H</i> (pH).....	35
c.	Kecerahan.....	37
d.	Suhu.....	38
e.	<i>Dissolved Oxygen</i> (DO) dan <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	38
f.	<i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	42
g.	<i>Total Suspended Solid</i> (TSS) dan <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS).....	42
h.	Amonia Bebas (NH ₃ -N).....	45
i.	Sulfat (SO ₄).....	46
4.1.2	Parameter Logam.....	47
a.	Merkuri (Hg).....	51
b.	Kadmium (Cd).....	53
c.	Kromium (Cr).....	54
d.	Timbal (Pb).....	55
4.2	<i>Survival Rate</i> Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>).....	57
4.3	Keracunan Akut dan Kronis.....	71

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	85
BIODATA PENULIS	147

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Pengamatan Sintasan (Survival Rate) Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) di Kali Mas Surabaya	26
Tabel 3.2 Parameter Lingkungan di Kali Mas Surabaya	27
Tabel 3.3 Hasil Analisa Logam di Kali Mas Surabaya	28
Tabel 4.1 Parameter Non-logam Kali Mas Surabaya beserta Baku Mutu.....	33
Tabel 4.2 Parameter Logam di perairan Kali Mas Surabaya serta Baku Mutu	49
Tabel 4.3 <i>Survival Rate</i> Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) di Kali Mas Surabaya	57
Tabel 4.4 Jumlah kematian ikan mujair per minggu di masing-masing stasiun sampling.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ikan Mujair <i>Oreochromis mossambicus</i>).....	5
Gambar 3.1	Peta lokasi sampling pengambilan data sintasan (<i>Survival Rate</i>) Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) di Kali Mas Surabaya	20
Gambar 3.2	Stasiun sampling 1 terletak di daerah Gunung Sari (di bawah jalan tol Surabaya-Mojokerto).....	21
Gambar 3.3	Stasiun Sampling 2 berada di daerah Ngagel, berjarak sekitar 1 kilometer dari percabangan Kali Surabaya	21
Gambar 3.4	Stasiun Sampling 3 berada di wilayah Krembangan tepi Jalan Kalimas Barat	22
Gambar 3.5	Keramba Jaring yang digunakan dalam penelitian	23
Gambar 3.6	Keramba Jaring yang diletakkan di perairan	24
Gambar 4.1	Lokasi Penelitian, (a). Stasiun sampling 1, (b). Stasiun sampling 2, (c). Stasiun sampling 3.....	31
Gambar 4.2	Grafik kadar DO dan BOD perairan Kali Mas Surabaya dibandingkan baku mutu perairan golongan II	40
Gambar 4.3	Grafik perbandingan nilai TSS dan TDS perairan Kali Mas Surabaya serta Baku Mutu perairan golongan II	43
Gambar 4.4	Grafik perbandingan konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ pada masing-masing stasiun sampling beserta baku mutu	45
Gambar 4.5	Grafik perbandingan konsentrasi Hg di Kali Mas Surabaya dengan baku mutu perairan golongan II	52
Gambar 4.6	Grafik perbandingan konsentrasi Cd di Kali Mas Surabaya dengan baku mutu perairan golongan II	53
Gambar 4.7	Grafik perbandingan konsentrasi Cr di Kali Mas Surabaya dengan baku mutu perairan golongan II	54

Gambar 4.8	Grafik perbandingan konsentrasi Pb di Kali Mas Surabaya dengan baku mutu perairan golongan II	56
Gambar 4.9	Grafik jumlah ikan hidup mingguan, a. stasiun sampling 1; b. stasiun sampling 2; c. stasiun sampling 3	60
Gambar 4.10	Ilustrasi diagram ordinasi korelasi antara jumlah ikan yang mati terhadap stasiun sampling dan parameter lingkungan	66
Gambar 4.11	Grafik jumlah ikan hidup setiap harinya di masing-masing stasiun sampling	72

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Baku Mutu Perairan menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air di Provinsi Jawa Timur 85
- Lampiran 2.** Hasil pengukuran parameter fisik dan kimia di Kali Mas Surabaya..... 87
- Lampiran 3.** Dokumentasi penelitian..... 105
- Lampiran 4.** Uji Statistik DCA dan PCA oleh Canoco for Windows 4.5 107

BAB I PENDAHULUAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kali Mas merupakan anak sungai dari Kali Surabaya. Kali Mas mengalir ke arah Utara melalui tengah Kota Surabaya dan berakhir di Ujung-Perak (Selat Madura) (BLH, 2008). Kali Mas merupakan kawasan perairan yang banyak menampung limbah industri maupun limbah domestik, sehingga kualitasnya menjadi sangat jelek. Hal ini disebabkan oleh buangan limbah domestik tersebut sehingga mengakibatkan Kali Mas tercemar yang ditandai timbulnya bau yang tidak sedap dan kotor (Saud, 2008). Bau tidak sedap tersebut ditimbulkan oleh bahan-bahan organik yang membusuk yang tertampung di perairan tersebut.

Berdasarkan *screening* awal di Kali Mas Surabaya ditemukan adanya kandungan logam yang telah melebihi baku mutu perairan golongan II sebagaimana peruntukan Kali Mas Surabaya. Logam tersebut antara lain Cd, Cr, Pb dan Hg. Kadar logam Cd berkisar antara 0.002 – 0.009 ppm, Cr berkisar antara 0.068 – 0.120 ppm, Pb berkisar antara 0.317 – 0.818 ppm, dan Hg berkisar antara 0.031 – 0.067 ppm (Data Primer 18 Mei 2011). Sementara baku mutu logam Cd, Cr, Pb, dan Hg untuk perairan golongan II masing-masing adalah 0.01 ppm, 0.05 ppm, 0.03 ppm (Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur No. 2 Tahun 2008) dan 0.001 ppm (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001).

Peruntukan Kali Mas sendiri menurut Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya (2008) salah satunya adalah sebagai sumber bahan baku air minum. Terkait dengan peruntukannya tersebut maka kondisi perairan Kali Mas harus tetap dijaga kelestariannya. Upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian Sumber Daya Air menurut Peraturan Pemerintah No.42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air Pasal 1 adalah merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi

kegiatan konservasi sumber daya air, pendayagunaan sumber daya air, dan pengendalian daya rusak air.

Pemantauan atau *monitoring* merupakan proses pengumpulan dan analisis data atau informasi (berdasarkan indikator yang telah ditetapkan) secara sistematis dan kontinu. Pemantauan yang dilakukan dengan makhluk hidup sebagai indikator disebut *biomonitoring*. *Biomonitoring* adalah penggunaan respons biologi secara sistematis untuk mengukur dan mengevaluasi perubahan dalam lingkungan (NCSU; Mulgrew *et al.*, 2006).

Ikan merupakan salah satu makhluk hidup yang dapat digunakan sebagai 'alat' untuk melakukan *biomonitoring*. Menurut EPA (2001) ikan dapat digunakan sebagai 'alat' *biomonitoring* karena sepanjang hidupnya hidup di air, toleransi ikan satu dengan yang lainnya berbeda terhadap kadar dan jenis pencemaran, mudah untuk didapatkan, hidup selama beberapa tahun serta mudah diidentifikasi di lapangan.

Biomonitoring dapat diterapkan secara *ex-situ* maupun *in-situ*. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk *biomonitoring in-situ* dengan ikan sebagai alat *biomonitoring* adalah *fish cage method* (metode keramba jaring). Birungi *et al.* (2006) melakukan uji *biomonitoring in-situ* di Danau Victoria yang diduga telah mengalami pencemaran logam berat dengan menggunakan *Oreochromis niloticus* sebagai hewan uji untuk mengetahui akumulasi logam berat dengan metode keramba jaring. Selain mengukur akumulasi logam berat Birungi *et al.* (2006) juga menghitung sintasan (*survival rate*) *Oreochromis niloticus* selama 6 minggu.

Kerabat dekat *Oreochromis niloticus* adalah *Oreochromis mossambicus* atau Ikan Mujair. Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) merupakan organisme perairan tawar yang dapat bertahan terhadap perubahan kondisi lingkungan perairan, diantaranya kadar oksigen yang rendah dan perubahan salinitas yang cukup ekstrim (Ishikawa, 2007). Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) merupakan ikan yang telah beradaptasi luas di

yang cukup ekstrim (Ishikawa, 2007). Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) merupakan ikan yang telah beradaptasi luas di Indonesia berkat kemampuan berkembangbiaknya yang cepat. Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) tersebar hampir di seluruh perairan Indonesia, baik waduk, sungai maupun rawa-rawa (Allen, 2000). Menurut Mason (1993) organisme yang dapat digunakan sebagai uji hayati adalah organisme yang penyebarannya luas dan mudah didapat dalam jumlah yang banyak. Selain itu Ikan Mujair juga bernilai ekonomis. Dengan keunggulan yang dimiliki tersebut Ikan Mujair dapat digunakan sebagai hewan uji untuk diketahui sintasannya dalam suatu perairan. Oleh sebab itu dalam penelitian ini difokuskan pada sintasan (*Survival Rate*) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) secara *in-situ* di Kali Mas Surabaya.

1.2 Permasalahan

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana sintasan (*Survival Rate*) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang diperlakukan secara *in-situ* di Kali Mas Surabaya?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sintasan (*Survival Rate*) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) secara *in-situ* pada bulan Mei-Juni 2011 di Kali Mas Surabaya.
2. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali (hari ke-0, 7, 14, 21, 28).
3. Pengambilan data dilakukan pada 3 stasiun, dengan dua kali pengulangan (duplo).

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sintasan (*Survival Rate*) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) secara *in-situ* di Kali Mas Surabaya.

1.5 Manfaat

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai *screening awal* untuk penelitian lanjutan terhadap gambaran histopatologi Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di perairan Kali Mas Surabaya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Ikan Mujair merupakan jenis ikan konsumsi air tawar, bentuk badan pipih dengan warna abu-abu, coklat atau hitam. Ikan ini berasal dari perairan Afrika dan pertama kali di Indonesia ditemukan di muara sungai Serang pantai selatan Blitar Jawa Timur pada tahun 1939. Ikan Mujair mempunyai toleransi yang besar terhadap kadar garam/salinitas. Jenis ikan ini mempunyai kecepatan pertumbuhan yang relatif lebih cepat, tetapi setelah dewasa percepatan pertumbuhannya akan menurun. Panjang total maksimum yang dapat dicapai Ikan Mujair adalah 40 cm (Kementerian Negara Riset dan Teknologi, 2000).

Klasifikasi Ikan Mujair adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Class : Actinopterygii
Order : Perciformes
Family : Cichlidae
Genus : *Oreochromis*
Species : *Oreochromis mossambicus*

(Masterson, 2007)



Gambar 2.1 Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

(Dokumentasi Pribadi)

Badan Ikan Mujair berbentuk pipih dengan warna hitam, keabu-abuan, kecoklatan atau kuning. Sirip punggungnya (dorsal) memiliki 15-17 duri (tajam) dan 10-13 jari-jari (duri berujung lunak); dan sirip dubur (anal) dengan 3 duri dan 9-10 jari-jari. Juvenil berwarna perak dengan titik hitam di sisi dorsal. Berukuran maksimum 300 mm (Allen, 2000). Terdapat 2-5 bercak gelap di samping badan dan beberapa bercak lebih dekat bagian punggung. Pada saat berbiak ikan jantan menjadi hitam pada pinggiran sirip ekor dan pinggiran sirip punggung merah serta bagian bawah kepala berwarna putih (Kottelat *et al.*, 1993).

2.2 Ikan Sebagai Indikator

Bioindikator adalah taksa atau kelompok organisme yang sensitive dan memperlihatkan gejala terpengaruh terhadap tekanan lingkungan akibat aktifitas manusia atau akibat kerusakan sistem biotik (oleh gangguan alam) (McGeoch, 1998). Untuk menafsir efek toksikologis dari beberapa polutan kimia dalam lingkungan dapat diuji dengan spesies yang mewakili lingkungan yang ada dalam perairan tersebut. Spesies yang diuji harus dipilih atas dasar kesamaan biokemis dan fisiologis dari spesies dimana hasil percobaan digunakan (Price, 1879). Kriteria organisme yang

cocok untuk digunakan sebagai bahan uji hayati tergantung dari beberapa faktor:

- a. Organisme harus sensitif terhadap material beracun dan perubahan lingkungan
- b. Penyebarannya luas dan mudah didapat dalam jumlah banyak
- c. Mempunyai arti ekonomi, rekreasi dan kepentingan ekologi baik secara daerah maupun nasional
- d. Mudah dipelihara dalam laboratorium
- e. Mempunyai kondisi yang baik, bebas dari penyakit dan parasit
- f. Sesuai untuk kepentingan uji hayati

(Mason, 1993)

Ikan merupakan biota terpenting dalam perairan, karena ikan merupakan komponen utama dalam rantai makanan perairan. Ikan yang termasuk dalam kelas teleostei adalah ikan yang aktif bergerak. Kemampuan gerak yang cepat inilah yang menyebabkan ikan tidak banyak terpengaruh pada kondisi pencemaran logam. Ikan yang hidup pada air laut jarang digunakan sebagai indikator pencemaran logam berat karena bermigrasi dan menghindari dari pengaruh pencemaran ini, sedangkan ikan yang berada pada lokasi yang daerah hidupnya terbatas seperti sungai, danau dan teluk akan menderita pada kondisi tercemar (Darmono, 1995).

Sampai saat ini ikan banyak digunakan sebagai alat pemonitor pencemaran. Ikan dapat digunakan sebagai bioindikator karena mempunyai kemampuan merespon adanya bahan pencemar. Ikan dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu. Adanya bahan pencemar dapat mempengaruhi kehidupan ikan yang dapat dilihat dari bentuk tubuh, adanya berbagai kelainan dalam tubuh ikan, aktivitas pernafasan, aktivitas dan gerakan renang, warna tubuh ikan hingga kematian ikan (tidak terdapat ikan pada perairan tercemar berat) (Setyawan, 2009).

2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ikan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan digolongkan menjadi 2 bagian besar yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor-faktor ini ada yang dapat dikontrol dan ada juga yang tidak. Faktor dalam umumnya adalah faktor yang sukar untuk dikontrol, diantaranya ialah keturunan, seks, umur, parasit dan penyakit. Sedangkan untuk faktor luar yang utama mempengaruhi pertumbuhan ialah makanan dan suhu perairan. Namun dari kedua faktor tersebut belum diketahui faktor mana yang memegang peranan lebih besar. Di daerah bermusim 4 jika suhu perairan turun di bawah 10°C ikan perairan panas yang berada di daerah tadi akan berhenti mengambil makanan atau mengambil makanan hanya sedikit sekali untuk keperluan mempertahankan kondisi tubuh. Jadi walaupun makanan berlebihan pada waktu itu, pertumbuhan ikan akan terhenti atau lambat sekali (Effendie, 2002).

Faktor-faktor kimia perairan dalam keadaan ekstrim mempunyai pengaruh hebat terhadap pertumbuhan, bahkan dapat menyebabkan fatal. Diantaranya ialah oksigen, karbondioksida, hidrogen sulfida, keasaman dan alkalinitas, dimana pada akhirnya akan mempengaruhi terhadap makanan. Misalnya di bagian dasar suatu perairan terdapat hidrogen sulfida dan metana mempengaruhi pula terhadap keberadaan makanan, akhirnya akan menyebabkan pertumbuhan ikan menjadi terganggu. Kekeruhan perairan berpengaruh terhadap pandangan ikan mencari makanan juga menyebabkan pertumbuhan terganggu (Effendie, 2002).

2.4 Sintasan atau Kelulushidupan (*Survival Rate*)

Sintasan adalah persentase jumlah ikan yang hidup pada saat panen terhadap jumlah ikan yang ditanam (SNI, 1999). Sintasan berbanding terbalik dengan fekunditas. Ikan yang memiliki fekunditas tinggi, memiliki tingkat kematian yang tinggi. Hal ini terutama terjadi pada fase embrio dan larva ikan (Moyle *et al.*, 2004). Salah satu faktor yang mempengaruhi sintasan adalah kematian. Dalam ekosistem alami perairan, hampir dapat dipastikan bahwa kematian sejenis ikan tidak selalu karena sebab faktor tunggal tetapi karena beberapa faktor. Faktor-faktor yang dimaksud adalah :

1. Fenomena sinergis, yaitu kombinasi dari dua zat atau lebih yang bersifat memperkuat daya racun.
2. Fenomena antagonis, yaitu kombinasi antara dua zat atau lebih yang saling menetralkan, sehingga zat-zat yang tadinya beracun berhasil dikurangi dinetralkan daya racunya sehingga tidak membahayakan.
3. Jenis ikan dan sifat polutan, yang tertarik dengan daya tahan ikan serta adaptasinya terhadap lingkungan, serta sifat polutan itu sendiri .

(Sudarmadi, 1993)

2.5 Pencemaran Perairan

Pencemaran, menurut SK Menteri Kependudukan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/1988, adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air atau udara, dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) air/udara oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air/udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Sedangkan menurut Palar (1994) pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pencemaran merupakan penambahan bermacam-macam bahan sebagai aktivitas manusia ke dalam lingkungan yang biasanya memberikan pengaruh berbahaya terhadap lingkungan (Tugaswaty, 1987). Pencemaran terjadi apabila terdapat gangguan

dalam daur materi yaitu apabila laju produksi suatu zat melebihi laju pembuangan atau penggunaan zat tersebut (Soemarwoto, 1990). Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi awal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari bahan-bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran.

2.6 Hal-hal yang Mempengaruhi Pencemaran Lingkungan

Terdapat dua jenis sumber pencemaran yaitu (1) Pencemaran yang dapat diketahui secara pasti sumbernya misalnya limbah industri, (2) Pencemaran yang tidak diketahui secara pasti sumbernya yaitu masuk ke perairan bersama air hujan dan limpasan air permukaan. Beban pencemaran pada badan air merupakan jumlah bahan yang dihasilkan dari kedua sumber tersebut (Husin dan Kastamana, 1991). Organisasi yang tergolong dalam kelompok organisme akuatik adalah yang pertama kali mengalami kehidupan buruk secara langsung dari pengaruh limbah atau pencemaran terhadap badan air (Price, 1979).

Suatu tatanan lingkungan hidup dapat tercemar atau menjadi rusak disebabkan oleh banyak hal. Namun yang paling utama dari sekian banyak penyebab tercemarnya suatu tatanan lingkungan adalah limbah. Limbah dalam konotasi sederhana dapat diartikan sebagai sampah. Limbah atau dalam bahasa ilmiahnya disebut juga dengan polutan. Polutan dapat digolongkan atas beberapa atas kelompok berdasarkan pada jenis, sifat dan sumbernya. Berdasarkan pada jenis, limbah dikelompokkan atas golongan limbah padat dan limbah cair. Berdasarkan pada sifat yang dibawanya limbah dikelompokkan atas limbah organik dan limbah an-organik. Sedangkan bila berdasarkan pada sumbernya limbah dikelompokkan atas limbah rumah tangga atau limbah domestik dan limbah industri (Palar, 1994).

Pencemaran yang dapat ditimbulkan oleh limbah ada bermacam-macam bentuk. Ada pencemaran berupa bau, warna, suara dan bahkan pemutusan mata rantai dari suatu tatanan lingkungan hidup atau penghancuran suatu jenis organisme yang pada tingkat akhirnya akan menghancurkan tatanan ekosistemnya. Pencemaran yang dapat menghancurkan tatanan lingkungan hidup biasanya berasal dari limbah-limbah yang sangat berbahaya dalam arti memiliki daya racun (toksisitas) yang tinggi. Limbah-limbah yang sangat beracun pada umumnya merupakan limbah kimia, apakah itu berupa persenyawaan-persenyawaan kimia atau hanya dalam bentuk unsur atau ionisi. Biasanya senyawa kimia yang sangat beracun bagi organisme hidup dan manusia adalah senyawa-senyawa kimia yang mempunyai bahan aktif dari logam-logam berat. Daya racun yang dimiliki oleh bahan aktif dari logam berat akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim dalam proses fisiologis atau metabolisme tubuh. Sehingga proses metabolisme terputus. Di samping itu bahan beracun dari senyawa kimia juga dapat terakumulasi atau menumpuk dalam tubuh, akibatnya timbul problema keracunan kronis (Palar, 1994).

2.7 Parameter Pencemaran Lingkungan

Untuk mengukur tingkat pencemaran di suatu tempat digunakan parameter pencemaran. Parameter pencemaran digunakan sebagai indikator (petunjuk) terjadinya pencemaran dan tingkat pencemaran yang telah terjadi. Parameter pencemaran meliputi parameter fisik, parameter kimia, dan parameter biologi (Hendrawan *et al.*, 2004).

2.7.1 Parameter Fisik

Parameter fisik meliputi pengukuran tentang warna, rasa, bau, suhu, kekeruhan, dan radioaktivitas.

2.7.2 Parameter Kimia

Parameter kimia dilakukan untuk mengetahui kadar CO₂, pH, keasaman, kadar logam, dan logam berat.

a. Pengukuran pH air

Air sungai dalam kondisi alami yang belum tercemar memiliki rentangan pH 6,5 – 8,5. Karena pencemaran, pH air dapat menjadi lebih rendah dari 6,5 atau lebih tinggi dari 8,5. Bahan-bahan organik biasanya menyebabkan kondisi air menjadi lebih asam. Kapur menyebabkan kondisi air menjadi alkali (basa). Jadi, perubahan pH air tergantung kepada macam bahan pencemarnya. Perubahan nilai pH mempunyai arti penting bagi kehidupan air. Nilai pH yang rendah (sangat asam) atau tinggi (sangat basa) tidak cocok untuk kehidupan kebanyakan organisme.

b. Pengukuran Kadar CO_2

Gas CO_2 juga dapat larut ke dalam air. Kadar gas CO_2 terlarut sangat dipengaruhi oleh suhu, pH, dan banyaknya organisme yang hidup di dalam air. Semakin banyak organisme di dalam air, semakin tinggi kadar karbon dioksida terlarut (kecuali jika di dalam air terdapat tumbuhan air yang berfotosintesis). Kadar gas CO_2 dapat diukur dengan cara titrimetri.

c. Pengukuran Kadar Oksigen Terlarut

Kadar oksigen terlarut dalam air yang alami berkisar 5 – 7 ppm (partper million atau satu per sejuta; 1ml oksigen yang larut dalam 1 liter air dikatakan memiliki kadar oksigen 1 ppm). Penurunan kadar oksigen terlarut dapat disebabkan oleh tiga hal :

1. Proses oksidasi (pembongkaran) bahan-bahan organik.
2. Proses reduksi oleh zat-zat yang dihasilkan bakteri anaerob dari dasar perairan.
3. Proses pernapasan organisme yang hidup di dalam air, terutama pada malam hari.

Pencemaran air (terutama yang disebabkan oleh bahan pencemar organik) dapat mengurangi persediaan oksigen terlarut. Hal ini akan mengancam kehidupan organisme yang hidup di dalam air. Semakin tercemar, kadar oksigen terlarut semakin mengecil. Untuk dapat mengukur kadar oksigen terlarut

dilakukan dengan metode Winkler. Semakin banyak bahan pencemar organik yang ada di perairan, semakin banyak oksigen yang digunakan, sehingga mengakibatkan semakin kecil kadar oksigen terlarut. Banyaknya oksigen terlarut yang diperlukan bakteri untuk mengoksidasi bahan organik disebut sebagai Konsumsi Oksigen Biologis (KOB) atau Biological Oksigen Demand, yang biasa disingkat BOD (Hendrawan *et al.*, 2004).

2.7.3 Parameter Biologi

Di alam terdapat hewan-hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme yang peka dan ada pula yang tahan terhadap kondisi lingkungan tertentu. Organisme yang peka akan mati karena pencemaran dan organisme yang tahan akan tetap hidup. Siput air dan Planaria merupakan contoh hewan yang peka pencemaran. Sungai yang mengandung siput air dan planaria menunjukkan sungai tersebut belum mengalami pencemaran. Sebaliknya, cacing *Tubifex* (cacing merah) merupakan cacing yang tahan hidup dan bahkan berkembang baik di lingkungan yang kaya bahan organik, meskipun spesies hewan yang lain telah mati. Ini berarti keberadaan cacing tersebut dapat dijadikan indikator adanya pencemaran zat organik. Organisme yang dapat dijadikan petunjuk pencemaran dikenal sebagai indikator biologis (Hendrawan *et al.*, 2004).

2.8 *Biomonitoring In-Situ*

Untuk menghindari kerusakan terhadap ekosistem perairan sebagai akibat dari pencemaran, haruslah dilakukan pemantauan atau monitoring, baik monitoring secara kimia, fisika dan biologi (Amnan, 1994). *Biomonitoring* adalah penggunaan respons biologi secara sistematis untuk mengukur dan mengevaluasi perubahan dalam lingkungan (NCSU; Mulgrew *et al.*, 2006), dengan menggunakan bioindikator. Bioindikator adalah organisme atau respons biologis yang menunjukkan masuknya zat tertentu dalam lingkungan (Mulgrew *et al.*, 2006). Sedangkan menurut Setyono *et al.* (2008) bioindikator adalah kelompok atau



komunitas organisme yang saling berhubungan, yang keberadaannya atau perilakunya sangat erat berhubungan dengan kondisi lingkungan tertentu sehingga dapat digunakan sebagai satu petunjuk atau uji kuantitatif. Sistem pemantauan dengan biomonitoring tidak memerlukan biaya besar karena menggunakan organisme yang telah tersedia di alam. Bioindikator terpapar secara langsung di alam sehingga mencerminkan sistem lingkungan secara keseluruhan. Oleh karena itu biomonitoring memberi kesempatan untuk melakukan pemantauan yang tidak terkendala oleh alat yang mahal dan daerah sampel yang terbatas. Selain itu, sistem pemantauan dengan biomonitoring tidak perlu dilakukan secara terus-menerus, tetapi dapat dilakukan secara periodik.

Menurut Markert (2008) pendekatan secara *biomonitoring* dapat dibedakan menjadi 2, yaitu:

- a. *Biomonitoring pasif*, adalah penggunaan organisme, asosiasi organisme, dan bagian dari organisme yang merupakan komponen alami dari ekosistem dan muncul di sana secara spontan. Organisme yang digunakan disebut bioindikator pasif, adalah suatu spesies organisme, penghuni asli di suatu habitat, yang mampu menunjukkan adanya perubahan yang dapat diukur (misalnya perilaku, kematian, morfologi) pada lingkungan yang berubah di biotop (detektor).
- b. *Biomonitoring aktif*, yaitu mencakup semua metode dimana organisme dimasukkan dalam kondisi yang terkendali ke tempat yang akan dipantau. Organisme yang digunakan disebut bioindikator aktif, dimana bioindikator tersebut dibesarkan di laboratorium yang terpapar dalam bentuk standar di lapangan untuk periode tertentu waktu.

Biomonitoring aktif (pengujian *in-situ*) diperlukan untuk menjembatani kesenjangan antara pengujian laboratorium tradisional dan pemantauan lapangan serta membantu membangun hubungan antara data bioakumulasi yang didapat dari metode-metode tertentu. Sejak efek dari hasil akhir seperti kelangsungan hidup, pertumbuhan dan reproduksi telah dikembangkan untuk beberapa spesies, bioakumulasi pengujian *in-situ* juga dapat membantu mengintegrasikan toksisitas dan pengujian bioakumulasi. Manfaat lainnya adalah validasi hasil pengujian laboratorium bioakumulasi dan integrasi hasil dari pemantauan lapangan, serta penilaian paparan jangka panjang dan efek yang terkait (Kendall, 2004).

Pemantauan pencemaran air sebenarnya menyangkut kehidupan di perairan itu sendiri. Bila air tercemar maka kehidupan organisme di air terganggu. Analisis pencemaran air secara fisika dan kimia berguna untuk menilai apakah kondisi fisika dan kimia air cocok dengan kehidupan organisme di badan air atau tidak. Hal ini dikarenakan kehidupan organisme air tergantung pada faktor fisika dan kimia air itu. Pengukuran ini ditujukan pada kesesuaian dengan organisme air (Suin, 1994). Pemantauan pencemaran di air dapat dilakukan secara biologi analisis dengan hewan air. Ini dapat dilakukan dengan uji hayati atau dengan *bioassay*, metabolisme individu, dinamika populasi dan struktur populasi. Uji hayati adalah menguji suatu senyawa beracun dengan menggunakan organisme hidup. Tujuan dari uji hayati adalah untuk menentukan respon organisme terhadap besarnya konsentrasi senyawa beracun (Mark, 1981).

2.9 Metode Keramba Jaring (*Fish Cage Method*)

Metode keramba jaring cocok digunakan untuk sebagai metode pemantauan atau monitoring. Monitoring dilakukan untuk mengetahui perubahan ekologi pada skala waktu tertentu. Dengan keramba jaring, monitoring lingkungan dapat dilakukan secara ilmiah dan efektif (Telfer, 2000). Keramba jaring dapat dibuat dari berbagai material atau bahan. Menurut Swann *et al.* (1994), secara umum material yang digunakan harus tahan air. Ada beberapa prinsip dasar untuk pembuatan keramba jaring, yaitu:

1. Semua bahan yang digunakan untuk keramba jaring harus tahan lama, tidak beracun, dan tahan korosi.
2. Bahan jaring yang digunakan harus memungkinkan terjadi sirkulasi air berjalan secara maksimum serta mempertimbangkan ukuran mata jaring supaya ikan tidak dapat lolos.
3. Diperlukan bahan untuk membuat keramba jaring terapung pada permukaan air, misal ban dalam kecil, botol plastik atau potongan styrofoam.
4. paparan sinar matahari harus diperhitungan karena jika terlalu tinggi dapat menyebabkan ikan stress.
5. Keramba jaring harus memiliki volume paling sedikit 1,0 m³ atau disesuaikan dengan jumlah ikan yang digunakan.

Swann *et al.* (1994)

Ikan yang cocok digunakan dalam metode keramba jaring adalah yang memiliki kriteria sebagai berikut:

1. Laju pertumbuhan tinggi
2. Toleransi terhadap perubahan lingkungan yang ekstrem
3. Ikan habitat asli
4. Bernilai ekonomis

(Swann *et al.*, 1994)

BAB III METODOLOGI

BAB III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Stasiun

Penelitian dilaksanakan pada bulan April - Juli 2011. Pengambilan data dilakukan di Kali Mas Surabaya (gambar 3.1, gambar 3.2, gambar 3.3, dan gambar 3.4). Analisis data dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan adalah keramba jaring berukuran 40x30x30 cm, termometer, GPS (*Global Positioning System*), *hand* salino-refractometer, indikator universal (pH meter), DO meter, tali, jerigen, *ice box* dan alat tulis.

3.2.2 Bahan

Bahan yang dibutuhkan adalah juvenil Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*).

3.3.1 Metode Kerja

3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan serta Stasiun Penelitian

3.3.1.1 Survey Awal Stasiun

Survey secara umum dilakukan di sepanjang aliran Kali Mas Surabaya dari hulu sampai hilir untuk menentukan stasiun yang representatif untuk penempatan keramba jaring. Denah stasiun sampling di Kali Mas dapat dilihat pada gambar 3.1. Stasiun dipilih untuk mewakili sepanjang aliran sungai Kali Mas yaitu Hulu (gambar 3.2), Hilir (gambar 3.3) dan Muara (3.4). Setiap stasiun dibagi menjadi 2 plot sampling, sebagai pengulangan. Posisi tiap stasiun sampling dicatat dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Setelah ditentukan stasiun sampling dilakukan pengukuran parameter

lingkungan perairan yaitu BOD, COD, DO, pH, TSS, TDS, salinitas, suhu, Amonia-Nitrat, Sulfat dan kecerahan. Serta logam berat Hg, Cd, Cr, dan Pb.



Gambar 3.1 Peta stasiun sampling pengambilan data sintasan (*Survival Rate*) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Kali Mas Surabaya (Sumber: modifikasi dari Google Earth)

Keterangan gambar:

- a. Stasiun 1: $7^{\circ}18'33.39''\text{S}$ dan $112^{\circ}42'42.18''\text{E}$
- b. Stasiun 2: $7^{\circ}17'57.23''\text{S}$ dan $112^{\circ}44'23.04''\text{E}$
- c. Stasiun 3: $7^{\circ}13'31.90''\text{S}$ dan $112^{\circ}44'17.22''\text{E}$



Gambar 3.2 Stasiun sampling 1 terletak di daerah Gunung Sari (di bawah jalan tol Surabaya-Mojokerto). Stasiun tersebut merupakan Daerah Aliran Sungai Kali Surabaya yang merupakan induk dari Kali Mas Surabaya.

(Sumber: modifikasi dari Google Earth)



Gambar 3.3 Stasiun Sampling 2 berada di daerah Ngagel, berjarak sekitar 1 kilometer dari percabangan Kali Surabaya.

(Sumber: modifikasi dari Google Earth)



Gambar 3.4 Stasiun Sampling 3 berada di wilayah Krembangan tepi Jalan Kalimas Barat. Stasiun ini merupakan stasiun yang dekat dengan daerah muara Kali Mas yaitu Perak.

(Sumber: modifikasi dari Google Earth)

3.3.1.2 Pengkondisian Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Ikan yang digunakan adalah juvenil Ikan Mujair sebanyak 500 ekor. Ikan dipilih yang memiliki ukuran dan berat yang relatif sama yaitu dengan panjang tubuh 3-5 cm dengan berat badan 2,5 – 5 gram (Akter *et al.*, 2008). Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dipelihara dalam akuarium selama 6-7 hari. Hanya ikan yang sehat yang dapat digunakan sebagai hewan uji (Akter *et al.*, 2008). Ciri-ciri ikan yang sehat adalah kulit sedikit berlendir, gerak refleks baik, gerakan lincah dan warna ikan cerah.

3.3.1.3 Preparasi Keramba Jaring

Pengukuran sintasan (Survival Rate) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dilakukan secara *in-situ* (biomonitoring *in-situ*) dengan menggunakan metode keramba jaring (*fish cage method*). Ukuran dan bentuk keramba jaring mengacu dari Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2005) dan Barbee *et al.*, (2008). Keramba jaring berbentuk kotak berukuran 40x30x30 cm. Sisi-sisi keramba terbuat dari bahan dasar jaring. Ukuran mata jaring disesuaikan dengan ukuran ikan sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan ikan uji lolos. Tiap tepi jaring diperkuat dengan kain kanvas. Rangka jaring terbuat dari paralon berdiameter 3 cm. Rongga paralon kerangka bagian bawah diisi dengan semen cor. Hal ini bertujuan untuk pemberat sekaligus penyangga pada saat diaplikasikan di perairan.



Gambar 3.5 Keramba Jaring yang digunakan dalam penelitian
(Sumber: Dokumentasi pribadi)



Gambar 3.6 Keramba Jaring yang diletakkan di perairan
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

3.3.2 Penempatan keramba Jaring dan Pengukuran Sintasan (*Survival Rate*) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) secara *In-situ*

Juvenil Ikan Mujair sebanyak 30 ekor dimasukkan ke dalam tiap keramba jaring. Keramba jaring yang digunakan sebanyak 2 buah untuk setiap stasiun. Keramba jaring beserta juvenil Ikan Mujair di dalamnya diletakkan pada setiap plot sampling. Keramba jaring diletakkan pada perairan Kali Mas dengan sisi atas nampak pada permukaan air (gambar 3.6). Keramba jaring diikatkan dengan tali pada tiang supaya tidak hanyut.

Selama pengambilan data dilakukan pengukuran parameter lingkungan. Parameter lingkungan yang diukur adalah BOD, COD, DO, pH, TSS, TDS, salinitas, kecerahan, Amonia-Nitrat, Sulfat dan suhu. Serta logam berat Hg, Cd, Cr dan Pb. Pengukuran parameter lingkungan dilakukan pada hari ke-0, 7, 14, 21, dan 28.

Aplikasi perlakuan biomonitoring in-situ dengan keramba jaring dilakukan pada hari ke-0, 7, 14, 21, dan 28. Pada hari-hari tersebut dilakukan penghitungan jumlah ikan yang mati dan ikan

yang hidup dalam keramba jaring. Caranya adalah keramba jaring diangkat ke permukaan dengan 2/3 bagian keramba jaring masih di dalam air, sehingga ikan yang hidup tidak akan mati. Ikan yang mati akan mengapung, kemudian ikan yang mati tersebut diambil atau dikeluarkan dari keramba jaring. Kemudian dilakukan perhitungan % ikan yang mati dan Sintasan (*Survival Rate/SR*) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). Sintasan (*Survival Rate*) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dihitung dengan cara:

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

(Birungi, *et al*, 2006)

Keterangan:

SR = Sintasan/Survival Rate (%)

SR merupakan hasil persentase jumlah total ikan yang hidup pada akhir penelitian dengan jumlah total ikan pada awal penelitian.

Nt = jumlah total ikan yang hidup pada akhir penelitian (ekor)

Jumlah total ikan yang hidup didapatkan dari jumlah ikan yang hidup pada hari ke-0, 7, 14, 21 dan 28. Dapat juga dihitung dari jumlah total pada awal penelitian dikurangi jumlah total ikan yang mati pada akhir penelitian.

No = jumlah total ikan pada awal penelitian (ekor)

Jumlah total ikan pada awal penelitian didapatkan dari jumlah total ikan yang dimasukkan pada tiap keramba pada awal penelitian.

Data hasil pengamatan pada hari ke-0, 7, 14, 21 dan 28 dicatat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Tabel Pengamatan Sintasan (*Survival Rate*) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Kali Mas Surabaya

Stasiun Sampling	Plot	No	Nt					% Ikan Mati	SR
			0	7	14	21	28		
1	1								
	2								
2	1								
	2								
3	1								
	2								

Keterangan Tabel:

% ikan mati

% ikan mati merupakan hasil persentase jumlah total ikan yang mati pada akhir penelitian (jumlah total ikan mati pada hari ke-0, 7, 14, 21 dan 28) dengan jumlah total ikan pada awal penelitian.

SR (*Survival Rate*)

% ikan yang hidup merupakan hasil persentase jumlah total ikan yang hidup pada akhir penelitian (jumlah total ikan hidup pada hari ke-0, 7, 14, 21 dan 28) dengan jumlah total ikan pada awal penelitian.

3.4 Analisa Data

Analisa data dilakukan secara deskriptif kuantitatif. Hasil perhitungan *Survival Rate* Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) pada masing-masing stasiun sampling dianalisa berdasarkan parameter lingkungan (fisik, kimia dan logam berat) yang telah diukur. Untuk mengetahui korelasi kematian ikan per minggu terhadap stasiun sampling dan parameter lingkungan (fisik, kimia dan logam berat) akan digambarkan dalam ilustrasi ordinasasi dengan menggunakan PCA (*Principal Componen Analysis*) oleh Canoco for Windows 4.

The background of the page is a repeating pattern of the ITS logo, which consists of a circular emblem with a stylized figure inside, followed by the text 'ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember' in a blue font.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Survival Rate Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) diukur pada tiga stasiun sampling yang berbeda, dimana diasumsikan bahwa ketiga stasiun tersebut mewakili daerah aliran Kali Mas Surabaya, yaitu hulu, tengah dan hilir. Bagian hulu diwakili di daerah Gunung Sari tepat di bawah jalan tol Surabaya-Mojokerto yang merupakan daerah aliran Kali Surabaya (gambar 4.1a) dimana Kali Surabaya merupakan induk dari Sungai Kali Mas Surabaya. Bagian tengah diwakili di daerah Ngagel yang merupakan daerah aliran Kali Mas Surabaya yang berjarak sekitar 1 kilometer dari percabangan Sungai Surabaya menjadi Kali Jagir dan Kali Mas (gambar 4.1b). Sedangkan untuk daerah hilir diwakili di daerah Petekan, yaitu daerah yang menuju arah muara (gambar 4.1c).



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian, (a). Stasiun sampling 1 (Gunung Sari), (b). Stasiun sampling 2 (Ngagel), (c). Stasiun sampling 3 (Petekan)

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Menurut Surat Keputusan (SK) Wali Kota No. 201 Tahun 1989, peruntukan Kali Mas Surabaya masuk golongan II yaitu perairan yang dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

4.1 Data Hasil Pengamatan untuk Parameter Lingkungan

Pengukuran dan pengambilan data parameter lingkungan dilaksanakan pada hari ke-0, 7, 14, 21 dan 28 sebagaimana pengambilan data *Survival Rate* Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). Beberapa pengukuran parameter fisik dan kimia dilakukan secara *in-situ* (salinitas, DO, suhu dan pH), sedangkan parameter yang lainnya dilakukan di laboratorium (Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya). Analisa logam berat dilakukan di Laboratorium Analisis Obat dan Makanan Fakultas Farmasi Universitas Surabaya.

4.1.1 Parameter Non-Logam (Fisik dan Kimia)

Parameter non-logam yang diukur adalah salinitas, suhu, pH, kecerahan, DO, BOD, COD, TSS, TDS, $\text{NH}_3\text{-N}$ dan sulfat. Hasil pengukuran parameter non-logam disajikan dalam Tabel 4.1 berikut:

Tabel. 4.1 Parameter Non-logam Kali Mas Surabaya beserta Baku Mutu

Parameter Stasiun sampling	hari ke-0			hari ke-7			hari ke-14			hari ke-21			hari ke-28			baku mutu
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Salinitas (‰)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0*
Suhu (°C)	29.3	29.1	30.6	28.1	28.8	30.1	28.6	29.1	30	28.4	28.2	29.3	27.9	26.4	28.4	27-32*
pH	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6-9*
Kecerahan (cm)	21.2	16.5	21.5	37.3	34.4	37.7	36	36	22	46.5	36	22	36.4	36.4	63.5	> 45**
DO (ppm)	2.81	2.54	0.77	2.62	3.03	2.58	3.04	3.08	2.8	2.78	3.36	1.66	1.27	2.46	2.51	> 4*
BOD (ppm)	29	19	14	37	48	24	18	14	19	9	24	13	14	18	19	< 3*
COD (ppm)	48	32	24	60	80	40	32	24	32	16	40	24	24	32	32	< 25*
TSS (ppm)	142	160	128	176	228	140	160	196	182	182	190	160	160	232	100	< 50*
TDS (ppm)	230	224	230	212	232	240	232	230	238	242	248	254	242	253	258	< 1000*
NH ₃ -N (ppm)	0.75	0.13	1.59	1.11	0.82	0.95	1.38	1.84	1.9	0.41	0.78	1.48	0.57	0.75	0.86	< 0.02*
Sulfat (ppm)	51	44.4	44.63	32.44	32.39	35.37	34.2	33.6	36	31.5	32.98	46.95	36.12	31.86	42.7	-

Keterangan tabel:

Angka yang diberi tanda merah merupakan nilai yang telah melebihi baku mutu.

Angka yang diblok hitam merupakan nilai yang telah memenuhi baku mutu.

*Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air di Provinsi Jawa Timur

**Asmawai (1993) dalam Kembarawati dan Lilia (2003)

a. Salinitas

Salinitas yang terukur di Kali Mas Surabaya adalah 0‰ pada semua stasiun sampling, yang merupakan salinitas perairan tawar. Nilai ini telah sesuai dengan baku mutu perairan golongan II. Hardjojo dan Djokosetiyanto (2005) menyatakan bahwa salinitas adalah berat garam dalam gram per kilogram air laut serta merupakan ukuran keasinan air laut dengan satuan promil (‰). Menurut Holiday (1967) dalam Irawan *et al.*, (2009), salinitas mempunyai peranan penting untuk kelangsungan hidup dan metabolisme ikan, di samping faktor lingkungan maupun faktor genetik spesies ikan tersebut. Karena telah sesuai baku mutu maka salinitas dapat diabaikan dalam penelitian ini.

b. *Puissance negative de H* (pH)

Berdasarkan hasil pengukuran pH di ketiga stasiun sampling, didapatkan pH sebesar 7. Artinya perairan Kali Mas Surabaya termasuk kategori perairan netral (Hardjojo dan Djokosetiyanto, 2005). Baku mutu pH yang telah ditetapkan untuk perairan golongan II adalah berkisar antara 6 - 9. Hal ini berarti pH Kali Mas Surabaya masih berada pada kisaran baku mutu yang diperbolehkan.

Perubahan pH dari nilai normal (pH 7) dapat menurunkan mutu lingkungan. Perubahan pH perairan, baik kearah alkali maupun kearah asam akan mengganggu kehidupan ikan dan organisme akuatik lainnya. Banyak reaksi-reaksi kimia dan biokimia yang penting terjadi pada tingkat pH tertentu atau dalam

kisaran pH yang sempit (Mahida, 1984). Perairan yang mempunyai pH antara 6.5 - 8.5 adalah perairan yang produktif dan ideal bagi kehidupan organisme akuatik (Odum, 1993).

Besaran pH berkisar antara 0 - 14, nilai pH kurang dari 7 menunjukkan lingkungan yang asam sedangkan nilai diatas 7 menunjukkan lingkungan yang basa, untuk pH =7 disebut sebagai netral (Hardjojo dan Djokosetiyanto, 2005). Perairan dengan pH < 4 merupakan perairan yang sangat asam dan dapat menyebabkan kematian makhluk hidup, sedangkan pH > 9,5 merupakan perairan yang sangat basa yang dapat menyebabkan kematian dan mengurangi produktivitas perairan. pH yang terukur di Kali Mas Surabaya konstan pada angka 7, sehingga pada penelitian ini pH dapat diabaikan. pH air berfluktuasi mengikuti kadar CO₂ terlarut dan memiliki pola hubungan terbalik, semakin tinggi kandungan CO₂ perairan, maka pH akan menurun dan demikian pula sebaliknya. Fluktuasi ini akan berkurang apabila air mengandung garam CaCO₃ (Cholik et al., 2005).

Bahan buangan industri berupa limbah cair seringkali menyebabkan keasaman atau alkalinitas yang tinggi pada saluran-saluran air di tempat limbah tersebut dibuang (Kosasih, 1981 dalam Wiryanto 1997). Perairan yang menerima limbah organik dalam jumlah yang besar berpotensi memiliki tingkat kemasaman yang tinggi (Mahida, 1993). Kali Mas Surabaya menerima buangan limbah organik dari kegiatan masyarakat sekitar sungai maupun dari industri. Industri di sepanjang Kali Surabaya dan Kali Mas Surabaya diantaranya adalah PT. Suparma, Kedawung Setia, Platinum, Sarimas, IPAM Karang Pilang, dan industri-industri di wilayah Pelindo (BPLH Kota Surabaya, 2008).

c. **Kecerahan**

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air di Provinsi Jawa Timur tidak menetapkan baku mutu kecerahan untuk kualitas perairan golongan II. Menurut Asmawai (1993) dalam Kembarawati dan Lilia (2003), nilai kecerahan perairan yang baik untuk kelangsungan organisme yang hidup di dalamnya adalah lebih besar dari 45 cm. Bila kecerahan lebih kecil dari 45 cm, maka pandangan ikan akan terganggu. Hasil pengukuran kecerahan di Kali mas Surabaya didapatkan nilai kecerahan berkisar antara 21.2 - 46.5 cm di stasiun sampling 1, 16.5 - 36.4 cm di stasiun sampling 2, dan 21.5 - 63.5 cm di stasiun sampling 3. Berdasarkan nilai tersebut diketahui bahwa kecerahan di Kali Mas Surabaya terkadang memenuhi kisaran baku mutu yang telah ditetapkan, tetapi terkadang berada di bawah baku mutu (rendah). Nilai kecerahan yang rendah tersebut di sebabkan oleh buangan limbah industri maupun domestik ke dalam perairan Kali Mas Surabaya yang menyebabkan kekeruhan meningkat. Kecerahan dan kekeruhan suatu perairan berbanding terbalik, artinya semakin tinggi nilai kecerahan maka nilai kekeruhan semakin rendah dan sebaliknya.

Cahaya matahari merupakan sumber energi yang utama bagi kehidupan organisme termasuk kehidupan di perairan karena ikut menentukan produktivitas perairan. Intensitas cahaya matahari merupakan faktor abiotik utama yang sangat menentukan laju produktivitas primer perairan, sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis (Boyd, 1982 dalam Hartami, 2008). Umumnya fotosintesis bertambah sejalan dengan bertambahnya intensitas cahaya sampai pada suatu nilai optimum tertentu (cahaya saturasi), di atas nilai tersebut cahaya merupakan penghambat bagi fotosintesis (cahaya inhibisi). Sedangkan semakin ke dalam perairan intensitas cahaya akan semakin berkurang dan merupakan faktor pembatas sampai pada suatu kedalaman dimana fotosintesis sama dengan respirasi (Cushing,

1975; Mann, 1982; Valiela, 1984; Parson *et al.*, 1984; Neale, 1987 dalam Hartami 2008).

d. Suhu

Suhu yang terukur di perairan Kali Mas Surabaya berkisar antara 27.9 - 29.3°C di stasiun sampling 1, 26.4 - 29.1°C di stasiun sampling 2, dan 28.4 - 30.6°C di stasiun sampling 3. Nilai tersebut sesuai dengan baku mutu perairan golongan II berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air di Provinsi Jawa Timur. Menurut Mayunar (1995) dan Sumaryanto *et al.* (2001) suhu perairan yang layak untuk perikanan adalah 27 - 32°C. Hal ini berarti, suhu perairan Kali Mas Surabaya masih dianggap layak untuk perikanan. Kinne (1972) dalam Hartami (2008) menyatakan bahwa suhu air dengan kisaran antara 35 - 40°C merupakan suhu kritis bagi kehidupan organisme yang dapat menyebabkan kematian. Jika batas suhu yang mematikan terlampaui, maka akan menyebabkan ikan dan hewan air lainnya mati. Suhu berpengaruh terhadap kestabilan enzim yang merupakan katalisator dalam proses fotosintesis (Harjadi, 1979). Oleh sebab itu pengukuran suhu sangat berguna untuk melihat kecenderungan aktivitas-aktivitas kimiawi dan biologis (Mahida, 1984). Kisaran suhu yang terukur selama penelitian ini merupakan kisaran suhu yang optimal bagi pertumbuhan ikan untuk jenis ikan tropis.

e. Dissolved Oxygen (DO) dan Biological Oxygen Demand (BOD)

Berdasarkan baku mutu perairan Golongan II, nilai DO perairan Kali Mas Surabaya telah berada di bawah baku mutu yang ditetapkan, yaitu 4 ppm. Hal ini terjadi pada semua stasiun, dengan rerata DO paling rendah pada stasiun sampling 3 yang dianggap mewakili bagian hilir. Secara lengkap berikut kisaran

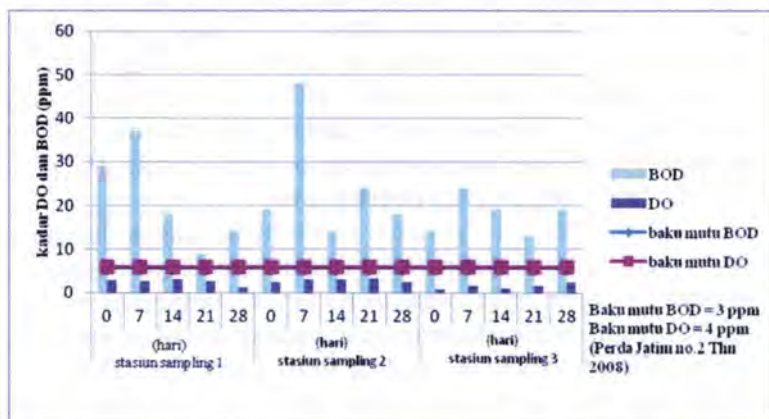
nilai DO pada stasiun sampling 1, 2 dan 3, yaitu 1.27 - 3.04 ppm, 2.26 - 3.36 ppm dan 0.77 - 2.78 ppm.

Kehidupan makhluk hidup di dalam air sangat tergantung dari kemampuan air untuk mempertahankan konsentrasi minimal oksigen yang dibutuhkan dalam kehidupannya. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Salmin, 2000). Umumnya nilai DO yang terlarut dalam air bervariasi antara 5 - 7 mg/L (ppm). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi air cukup baik bagi kehidupan organisme akuatik. Tetapi, apabila DO berada di bawah 4 ppm, maka hal ini merupakan suatu tanda bahwa kondisi air cukup membahayakan bagi biota pengguna oksigen (Foster, 1975 dalam Sukadi, 1999), seperti pada penelitian ini.

Nilai DO suatu perairan selalu berhubungan dengan nilai BOD, berbanding terbalik. BOD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan organik (zat pencerna) yang terdapat di dalam air buangan secara biologi. Berdasarkan data BOD yang telah diukur, nilai BOD Kali Mas Surabaya berkisar antara 9 - 37 ppm di stasiun sampling 1, 18 - 48 ppm di stasiun sampling 2, dan 13 - 19 ppm di stasiun sampling 3. Sedangkan berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air di Provinsi Jawa Timur perairan golongan II maksimum mempunyai kandungan BOD adalah sebesar 3 ppm. Hal ini berarti nilai BOD Kali Mas Surabaya telah melebihi baku mutu. Tingginya nilai BOD disebabkan oleh rendahnya kandungan oksigen terlarut dalam suatu perairan karena buangan limbah domestik dan organik. Dalam penguraian bahan organik, apabila tersedia oksigen terlarut dalam jumlah yang cukup, maka proses penguraian akan berlangsung dalam suasana aerobik sampai semua bahan organik terkonsumsi. Sebaliknya apabila tidak tersedia oksigen terlarut dalam jumlah yang cukup atau tingkat pencemaran relatif tinggi,

maka proses penguraian akan terjadi dalam suasana yang aerobik yang meninggalkan bau busuk dan warna abu-abu tua sampai hitam pada air. Kondisi seperti ini dapat menyebabkan ikan kekurangan oksigen terlarut sehingga ikan akan mati.

Berikut adalah gambar 4.2 menunjukkan grafik perbandingan antara nilai DO dan BOD serta nilai baku mutu masing-masing:



Gambar 4.2 Grafik kadar DO dan BOD perairan Kali Mas Surabaya dibandingkan baku mutu perairan golongan II

Berdasarkan gambar 4.2 tersebut dapat diketahui bahwa nilai DO di semua stasiun sampling jauh di bawah baku mutu dan nilai BOD berada jauh di atas baku mutu perairan golongan II. Hal ini diduga karena perairan Kali Mas Surabaya yang menerima buangan sampah industri maupun domestik yang cukup tinggi setiap harinya. Berkurangnya kadar oksigen dalam suatu perairan disebabkan oleh proses respirasi dan penguraian bahan-bahan organik serta banyaknya bahan-bahan organik dari limbah industri yang mengandung bahan yang tereduksi dan lainnya (Edward dan Pulumahuny, 2001).

Dalam *Surabaya River Pollution Control Action Plan Study*, diperoleh data bahwa Kali Surabaya menampung beban pencemaran sebesar 75.48 ton per hari. Dari keseluruhan 75.48 ton limbah tersebut, sebanyak 86 persen berasal dari industri dan 14 persen merupakan limbah domestik. Padahal, batas maksimal agar air layak menjadi bahan baku air minum mengharuskan beban pembuangan limbah di sepanjang Kali Surabaya hanya sebanyak 30 ton per hari (Kajian Menteri Pekerjaan Umum dan Perum Jasa Tirta, 1999). Sehingga diduga kuat tingginya kadar BOD dan rendahnya kadar DO pada penelitian ini disebabkan oleh buangan limbah yang terjadi terus menerus ke perairan Kali Mas Surabaya.

Menurut Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Kota Surabaya (2008) limbah industri merupakan salah satu menjadi sumber utama penyebab pencemaran air permukaan di Surabaya dengan rincian beban BOD dari industri pembuatan tekstil sebesar 341 ton/tahun, agro industri sebesar 902 ton/tahun, industri pengolahan makanan 1741 ton/tahun, industri minuman 356 ton/tahun. Limbah domestik yang berasal dari aktivitas rumah tangga, hotel, restoran, rumah sakit dan sebagainya juga merupakan sumber dominan untuk penurunan kualitas air permukaan dimana hotel/RS/mall/ kantor menyumbang BOD sebesar 356 ton/tahun dan 2.829.486 penduduk Surabaya menyumbang 37.179 ton/tahun.

Nilai BOD dapat digunakan untuk menggambarkan keberadaan bahan organik di perairan. Semakin tinggi nilai BOD maka semakin tinggi pula aktivitas organisme untuk menguraikan bahan organik atau dapat dikatakan pula semakin besar kandungan bahan organik diperairan tersebut. Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara kualitatif dengan melihat jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik. Kandungan bahan organik yang tinggi ditunjukkan dengan semakin sedikitnya sisa oksigen terlarut (Effendi, 2003).

f. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Perairan golongan II menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air di Provinsi Jawa Timur nilai COD maksimal yang diperbolehkan adalah 25 ppm. Kali Mas sendiri yang termasuk dalam golongan II berdasarkan hasil pengukuran memiliki kadar COD berkisar antara 16 - 60 ppm di stasiun sampling 1, 24 - 80 ppm di stasiun sampling 2, dan 24 - 40 ppm di stasiun sampling 3. Rata-rata nilai tersebut berada di atas baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini berarti kualitas perairan Kali Mas Surabaya dianggap tidak memenuhi baku mutu golongan II sebagaimana peruntukannya.

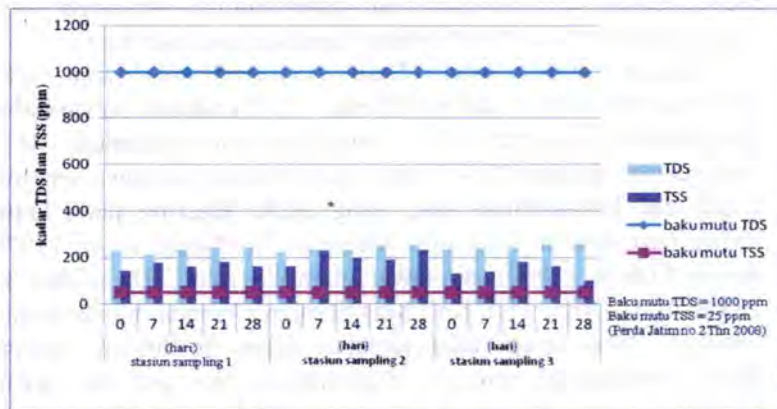
Effendi (2003) menggambarkan COD sebagai jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sukar didegradasi secara biologis menjadi CO_2 dan H_2O . Hardjojo dan Djokosetiyanto (2005) menyatakan bahwa COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alami dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis yang mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Sedangkan nilai COD dapat memberikan indikasi kemungkinan adanya pencemaran limbah industri di dalam perairan (Alaerst dan Sartika, 1987). Tingginya angka COD di Kali Mas Surabaya mengindikasikan hal tersebut.

g. *Total Suspended Solid (TSS) dan Total Dissolved Solid (TDS)*

Nilai TSS Kali Mas Surabaya telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan untuk perairan golongan II. Selisihnya hampir mencapai 4 kali lipat dari baku mutu, yaitu 50 ppm. Nilai TSS di stasiun sampling 1 berkisar antara 128 - 182 ppm, stasiun sampling 2 berkisar antara 160 - 232 ppm, dan stasiun sampling 3

berkisar antara 100 - 182 ppm. Sedangkan untuk TDS berada di bawah baku mutu (1000 ppm). Nilai TDS Kali Mas Surabaya berkisar antara 212-242 ppm di stasiun sampling 1, 224-253 ppm di stasiun sampling 2, dan 230 - 258 ppm di stasiun sampling 3.

Berikut adalah gambar 4.3 yang menunjukkan grafik perbandingan nilai TSS dan TDS dengan baku mutu masing-masing:



Gambar 4.3 Grafik perbandingan nilai TSS dan TDS perairan Kali Mas Surabaya serta Baku Mutu perairan golongan II.

Padatan tersuspensi dan kekeruhan memiliki korelasi positif yaitu semakin tinggi nilai padatan tersuspensi maka semakin tinggi pula nilai kekeruhan. Akan tetapi, tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan. Air laut memiliki nilai padatan terlarut yang tinggi, tetapi tidak berarti kekeruhannya tinggi pula (Effendi, 2003).

Padatan tersuspensi yang terlalu tinggi dapat menciptakan resiko tinggi terhadap kehidupan dalam air. Padatan tersuspensi dalam jumlah yang berlebih (diukur sebagai *total suspended solid* - TSS) memiliki dampak langsung yang berbahaya terhadap

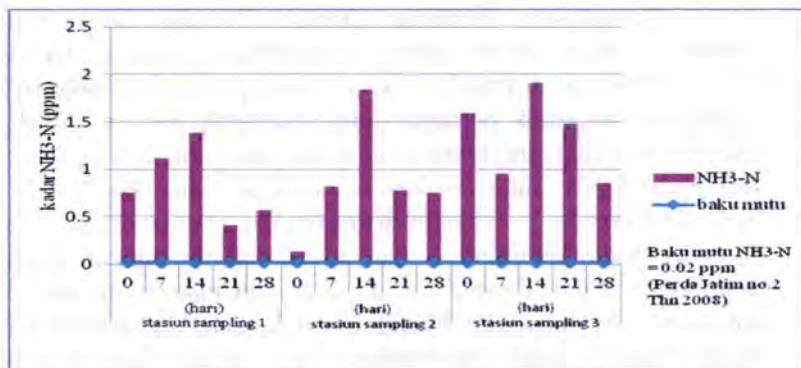
kehidupan organisme melalui beberapa mekanisme berikut ini: 1) Abrasi langsung terhadap insang binatang air; 2) Penyumbatan insang ikan atau selaput pernapasan lainnya; 3). Menghambat tumbuhnya/*smothering* telur atau kurangnya asupan oksigen karena terlapsi oleh padatan; 4) Gangguan terhadap proses makan, termasuk proses mencari mangsa dan menyeleksi makanan (terutama bagi *predation* dan *filter feeding*; (Hartami, 2008). Diduga, TSS juga memberikan kontribusi negatif sehingga menyebabkan kematian ikan pada penelitian ini, mengingat kadar TSS di perairan Kali Mas Surabaya jauh di atas baku mutu.

Padatan terlarut total (Total Dissolved solid atau TDS) menurut Rao (1992) dalam Effendi (2003) adalah bahan-bahan yang terlarut (diameter < 10 - 6 mm) dan koloid (diameter 10 - 6 mm sampai dengan 10 - 3 mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain, yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45 μm . Menurut Mc Neely *et al.* (1979) dalam Effendi (2003), air tawar memiliki nilai TDS antara 0 - 1.000 mg/L. Nilai TDS Kali Mas Surabaya berada di bawah nilai tersebut. Akan tetapi nilai tersebut dapat berfluktuasi karena faktor lingkungan lainnya, diantaranya jika perairan dalam kondisi basa atau pH tinggi (Rukaesih, 2004). Nilai TDS perairan juga sangat dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah, dan pengaruh antropogenik berupa limbah domestik dan industri, mengingat Surabaya adalah kawasan pemukiman dan industri. Bahan-bahan tersuspensi dan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan, dapat meningkatkan nilai kekeruhan, yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan (Effendi, 2003). Karena kadar TDS berada di bawah baku mutu maka pada penelitian ini parameter TDS dapat diabaikan.

h. Amonia Bebas ($\text{NH}_3\text{-N}$)

Ammonia merupakan bahan buangan terlarut dari metabolisme protein yang sering dipantau dalam kegiatan budidaya karena sifatnya yang sangat beracun bagi ikan. pH dan suhu perairan menentukan kadar ammonia yang tidak terionisasi (NH_3) dalam sistem budidaya. Ammonia bebas yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik serta dapat berbahaya bagi ikan. Toksisitas ammonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen, pH dan suhu. Kadar ammonia dalam perairan alami biasanya < 0.1 ppm (McNeely *et al.*, 1979 dalam Effendi, 2003).

Ammonia bebas terukur cukup tinggi di ketiga stasiun sampling. Stasiun sampling 1 berkisar antara 0.41 - 1.38 ppm, stasiun sampling 2 berkisar antara 0.13 - 1.38 ppm, dan stasiun sampling 3 berkisar antara 0.86 - 1.9 ppm. Berikut adalah grafik hasil pengukuran ammonia bebas selama 28 hari di stasiun sampling 1, 2 dan 3.



Gambar 4.4 Grafik perbandingan konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ pada masing-masing stasiun sampling beserta baku mutu.

Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air di Provinsi Jawa Timur Amonia Bebas tidak dipersyaratkan untuk perairan kelas II, III dan IV, sedangkan untuk baku mutu air Kelas I, nilai amonia bebas tidak boleh melebihi 0,5 mg/L. Namun bagi perikanan, ambang batas baku mutu kandungan amonia bebas dalam perairan untuk ikan yang sensitif disyaratkan sebesar 0,02 mg/L sebagai NH_3 . Amonia bebas dihasilkan dari pembusukan bakterial zat-zat organik sehingga secara tidak langsung tingginya amonia bebas menunjukkan kandungan bahan organik yang tinggi. Semakin tinggi bahan organik yang ada di perairan, maka memungkinkan zat-zat organik tersebut dapat berikatan dengan material anorganik seperti logam berat termasuk timbal sehingga menyebabkan konsentrasi logam berat di substrat dasar perairan menjadi lebih tinggi (Effendi, 2003).

i. Sulfat (SO_4)

Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air di Provinsi Jawa Timur, parameter Sulfat tidak dipersyaratkan untuk perairan golongan II, III dan IV. Namun, baku mutu sulfat untuk perairan golongan I ditetapkan sebesar 400 ppm. Sulfat yang terukur di perairan Kali Mas Surabaya berkisar antara 31.5 - 51 ppm di stasiun sampling 1, 31.86 - 44.4 ppm di stasiun sampling 2, dan 35.37 - 46.95 ppm di stasiun sampling 3. Nilai tersebut berada di bawah baku mutu perairan golongan I, sehingga jika dibandingkan dengan data penelitian ini dapat dianggap tidak memberikan efek negatif pada ikan uji. Akan tetapi menurut Adriani *et al.* (2003), baku mutu air untuk kegiatan perikanan, kadar senyawa sulfat disyaratkan tidak boleh melebihi 0.002 ppm.

Di dalam perairan, sulfat dapat berasal dari batuan dasar perairan (*autochthonous*) ataupun dari kegiatan pemukiman, wisata, perikanan dan pertanian. Menurut Ryding dan Rast (1989) dalam Adriani *et al* (2003), kegiatan-kegiatan tersebut merupakan sumber unsur N, P dan S. Sulfat merupakan unsur yang dibutuhkan oleh organisma autotrof dan bakteri heterototrof serta jamur sebagai sumber nutrisi untuk memenuhi kebutuhan unsur belerang. Melalui proses reduksi dari sulfat (asimilasi sulfat) akan dihasilkan H_2S . Dalam kondisi anaerob, sulfat akan dimanfaatkan oleh bakteri heterototrof dalam proses respirasi (Ternala, 2004).

4.1.2 Parameter Logam Berat

Parameter logam berat yang diukur pada penelitian ini adalah Hg, Cd, Cr dan Pb. Periode pengukuran parameter logam berat sama halnya dengan periode pengukuran parameter ingkungan dan *survival rate*, yaitu pada hari ke-0, 7, 14, 21 dan 28. Parameter logam dianalisa dengan menggunakan metode analisis ICP-AES/ICPS. Berikut adalah perbandingan hasil pengukuran parameter logam berat dengan baku mutu perairan golongan II sebagaimana peruntukan Kali Mas Surabaya.

Tabel 4.2 Konsentrasi logam berat di perairan Kali Mas Surabaya serta Baku Mutu

Hari Ke-	Stasiun Sampling	Hg (ppm)		Cd (ppm)		Cr (ppm)		Pb (ppm)	
		Data	Baku Mutu*	Data	Baku Mutu**	Data	Baku Mutu**	Data	Baku Mutu**
0	1	0.049	0.001	0.007	0.01	ttd	0.05	0.545	0.03
	2	0.031		0.002		ttd		0.636	
	3	0.031		0.002		0.022		0.636	
7	1	0.053		0.039		0.025		0.064	
	2	0.053		0.04		0.023		0.067	
	3	0.056		0.038		0.024		0.068	
14	1	ttd		ttd		0.037		0.371	
	2	ttd		ttd		0.077		0.381	
	3	ttd		ttd		0.017		0.425	
21	1	ttd	ttd	0.037	0.534				
	2	ttd	ttd	0.037	0.457				
	3	ttd	ttd	0.037	0.196				
28	1	ttd	ttd	0.057	0.337				
	2	ttd	ttd	0.037	0.534				
	3	ttd	ttd	0.077	0.752				

Keterangan tabel:

ttd: tidak terdeteksi

Angka yang diberi tanda merah merupakan nilai yang telah melebihi baku mutu.

Angka yang diblok hitam merupakan nilai yang telah memenuhi baku mutu.

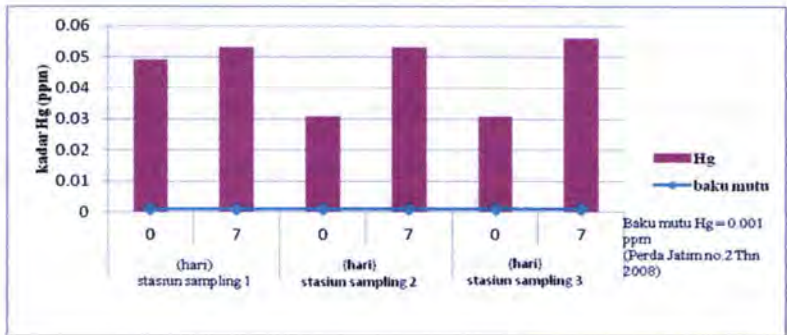
* Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

**Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air di Provinsi Jawa Timur

a. Merkuri (Hg)

Merkuri hanya terukur pada hari ke-0 dan 7 penelitian, sedangkan pada hari ke-14, 21 dan 28 hasil uji logam Hg tidak terdeteksi, artinya kadar Hg yang terukur pada stasiun 1, 2 dan 3 berada di bawah *Instrument Detection Limit* (IDL), yaitu 4.25×10^{-4} ppm. Konsentrasi logam Hg yang terukur pada hari ke-0 dan 7 berkisar antara 0.049 - 0.053 ppm di stasiun sampling 1, 0,031 - 0.053 ppm di stasiun sampling 2, dan 0.031 - 0.056 ppm di stasiun sampling 3, dengan baku mutu 0.001 ppm. Berdasarkan konsentrasi logam Hg yang terukur tersebut dapat diketahui bahwa telah melebihi baku mutu, baik itu pada stasiun sampling 1, 2 dan 3. Hal ini didukung oleh penelitian Shovitri et al., (2010) bahwa Kali Mas Surabaya mengandung 0.105 ppm logam merkuri (Hg).

Berikut Gambar 4.5 yang menunjukkan grafik perbandingan konsentrasi logam Hg yang terukur di Kali Mas Surabaya dengan baku mutu perairan golongan II.

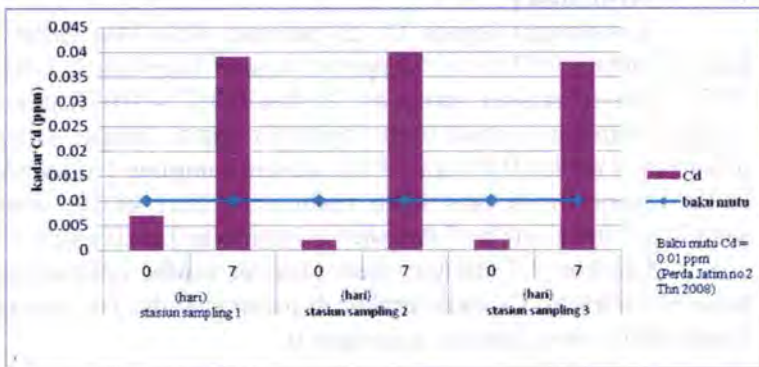


Gambar 4.5 Grafik perbandingan konsentrasi Hg di Kali Mas Surabaya dengan baku mutu perairan golongan II

Merkuri (Hg) yang terdapat dalam limbah di perairan umum diubah oleh aktifitas mikroorganisme menjadi komponen metil-merkuri (Me-Hg) yang memiliki sifat racun (*toksik*) dan daya ikat yang kuat disamping kelarutannya yang tinggi terutama dalam tubuh hewan air. Hal tersebut mengakibatkan merkuri terakumulasi baik melalui proses *bioakumulasi* maupun *biomagnifikasi* yaitu melalui rantai makanan (*food chain*) dalam jaringan tubuh hewan-hewan air, sehingga kadar merkuri dapat mencapai level yang berbahaya baik bagi kehidupan hewan air. Terjadinya proses akumulasi merkuri di dalam tubuh hewan air, karena kecepatan pengambilan merkuri (*up-take rate*) oleh organisme air lebih cepat dibandingkan dengan proses ekskresi, yaitu karena metil-merkuri memiliki paruh waktu sampai beberapa ratus hari di tubuh hewan air, sehingga zat ini menjadi terakumulasi dan konsentrasinya beribu kali lipat lebih besar dibanding air disekitarnya (Sanusi, 1980).

b. Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) yang terukur di perairan Kali Mas Surabaya hanya pada hari ke-0 dan 7 penelitian. Pada hari ke-0 logam Cd yang terukur berada di bawah baku mutu sedangkan pada hari ke-7 konsentrasi logam Cd berada jauh di atas baku mutu. Hasil pengukuran logam Cd dari ketiga stasiun sampling berturut-turut adalah berkisar antara 0.007 - 0.039 ppm, 0.002 - 0.040 ppm, 0.002 - 0.038 ppm dengan baku mutu 0.01 ppm.



Gambar 4.6 Grafik perbandingan konsentrasi Cd di Kali Mas Surabaya dengan baku mutu perairan golongan II

Pada hari ke-14, 21 dan 28 kadar Cd di stasiun sampling 1, 2 dan 3 tidak terdeteksi (tt). Artinya, kadar Cd yang terukur pada stasiun 1, 2 dan 3 berada di bawah *Instrument Detection Limit* (IDL), yaitu 0.0014 ppm.

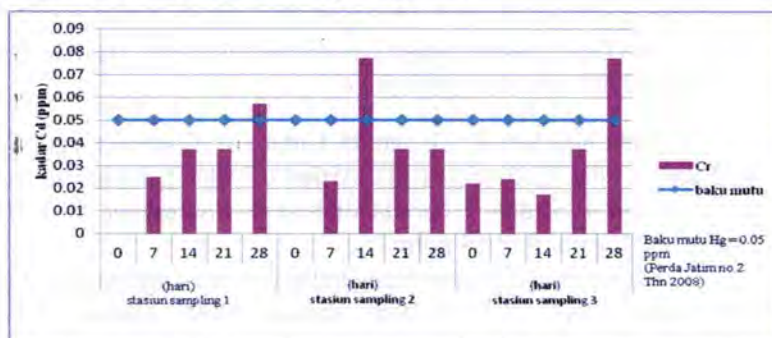
Di perairan Cd akan mengendap karena senyawa sulfitnya sukar larut (Bryan, 1976 dalam Ahmad, 2009). Menurut Clark (1986) sumber kadmium yang masuk ke perairan dapat berasal dari endapan sampah. Kali Mas Surabaya menerima buangan sampah terus menerus dari sisa kegiatan masyarakat sekitar sungai dan tidak sedikit yang mengendap di dasar sungai. Diduga hal ini yang menyebabkan tingginya kadar kadmium di Kali Mas

Surabaya. Logam kadmium atau Cd akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup (tumbuhan, hewan dan manusia). Dalam biota perairan jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan (biomagnifikasi) dan dalam rantai makanan biota yang tertinggi akan mengalami akumulasi Cd yang lebih banyak (Darmono, 1995).

c. Kromium (Cr)

Konsentrasi logam Cr di perairan Kali Mas Surabaya berkisar antara 0.025 - 0.057 ppm di stasiun sampling 1, 0.023 - 0.077 ppm di stasiun sampling 2, dan 0.017 - 0.077 ppm di stasiun sampling 3. Baku mutu logam Cr sesuai dengan perairan golongan II adalah 0.05 ppm. Pada stasiun sampling 1 ditemukan kadar logam Cr di atas baku mutu pada hari ke-28, stasiun sampling 2 pada hari ke-7 dan stasiun sampling 3 pada hari ke-28.

Gambar 4.7 berikut menunjukkan grafik perbandingan konsentrasi logam Cr yang terukur di perairan Kali Mas Surabaya dengan baku mutu perairan golongan II.

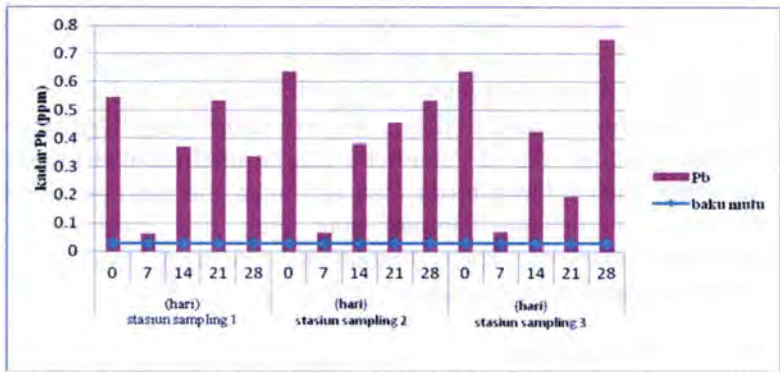


Gambar 4.7 Grafik perbandingan konsentrasi Cr di Kali Mas Surabaya dengan baku mutu perairan golongan II

Masuknya logam kromium ke dalam perairan bisa melalui dua cara, yaitu: secara alamiah dan non alamiah. Secara alamiah, kromium bisa masuk ke perairan karena disebabkan oleh beberapa macam faktor fisika, seperti: erosi yang terjadi pada batuan mineral, adanya debu-debu dan partikel-partikel kromium di udara yang dibawa turun oleh air hujan. Secara non alamiah biasanya merupakan dampak atau efek dari aktifitas yang dilakukan manusia seperti limbah atau buangan industri serta buangan rumah tangga (Sapusi, 1980).

d. Timbal (Pb)

Dari data yang telah didapatkan diketahui bahwa di seluruh stasiun sampling ditemukan kandungan Pb dalam jumlah yang besar. Stasiun sampling 1 ditemukan kisaran konsentrasi Pb antara 0.064 - 0.545 ppm, stasiun sampling 2 antara 0.067 - 0.636 ppm, dan stasiun sampling 3 antara 0.068 - 0.752 ppm. Berdasarkan data tersebut kadar Pb di perairan Kali Mas Surabaya telah melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 0.03 ppm. Stasiun sampling 2 dan 3 cenderung lebih tinggi dibandingkan stasiun sampling 1. Hal ini dikarenakan aliran Kali Mas Surabaya yang menuju stasiun sampling 2 dan 3 melewati Kota Surabaya yang dimana arus transportasi sangat padat.



Gambar 4.8 Grafik perbandingan konsentrasi Pb di Kali Mas Surabaya dengan baku mutu perairan golongan II

Penggunaan Pb terbesar salah satunya adalah untuk kendaraan bermotor. Kota Surabaya merupakan kota yang padat penduduk dimana arus transportasinya juga sangat padat. Hal ini mempengaruhi kadar timbal (Pb) di udara maupun di air. Kali Mas Surabaya yang mengalir di tengah kota Surabaya merupakan salah satu perairan yang mendapatkan efek langsung dari kegiatan transportasi tersebut. Berdasarkan data Dinas Perhubungan Kota Surabaya tahun 2008, kendaraan roda dua di Surabaya sebanyak 930.000 unit sedangkan roda empat sebanyak 219.000 unit. Pertumbuhan transportasi selalu naik setiap tahunnya, untuk kendaraan roda empat mencapai 9% sedangkan roda dua sebanyak 23%.

4.2 *Survival Rate Ikan Mujair (Oreochromis mossambicus)*

Pengambilan data *survival rate* Ikan Mujair dilakukan dengan metode keramba jaring (*fish caged method*). Data *Survival Rate* diambil setiap minggu seperti data parameter lingkungan yaitu pada hari ke-0, 7, 14, 21 dan 28. Berikut adalah data mingguan *Survival Rate* ikan mujair pada tiap stasiun sampling:

Tabel 4.3 *Survival Rate* Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Kali Mas Surabaya

Stasiun sampling	Plot*	No (ekor)	Nt (ekor)					% Ikan Mati	SR (%)
			0	7	14	21	28		
1 (Gunung Sari)	1	30	30	30	17	14	14	55	45
	2	30	30	30	14	13	13		
2 (Ngagel)	1	30	30	30	12	11	9	76.66	23.33
	2	30	30	12	10	6	5		
3 (Petekan)	1	30	30	17	14	3	0	93.33	6.67
	2	30	30	15	5	5	4		

Keterangan tabel:

SR = Sintasan/*Survival Rate* (%)

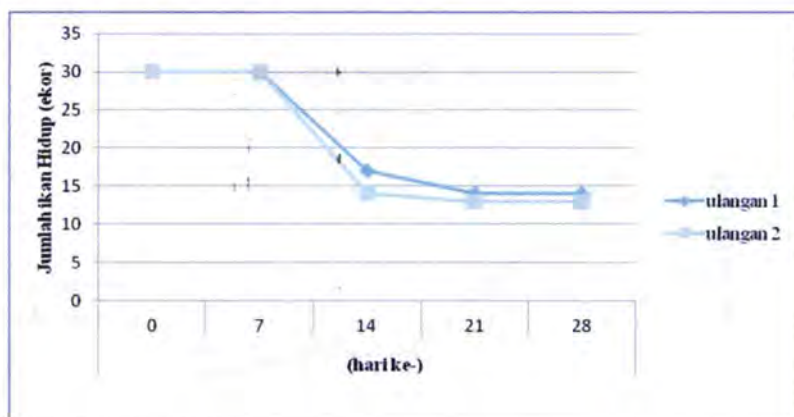
Nt = jumlah total ikan hidup pada interval waktu (ekor)

No = jumlah total ikan pada awal penelitian (ekor)

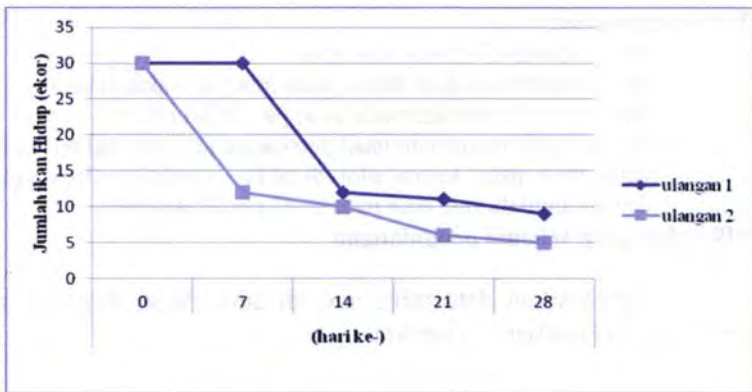
% ikan mati merupakan hasil persentase jumlah total rerata ikan yang mati pada kedua plot di akhir penelitian (hari ke-28) dengan jumlah total ikan pada awal penelitian (N0).

***Plot dianggap sebagai pengulangan**

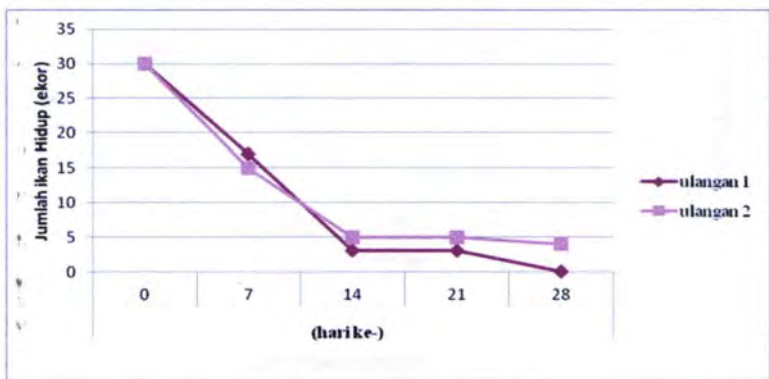
Berdasarkan data mingguan di atas, dapat dibuat grafik seperti pada Gambar 4.9 berikut:



a. Stasiun sampling 1



b. Stasiun sampling 2



c. Stasiun sampling 3

Gambar 4.9 Grafik jumlah ikan hidup dalam mingguan, a. stasiun sampling 1; b. stasiun sampling 2; c. stasiun sampling 3

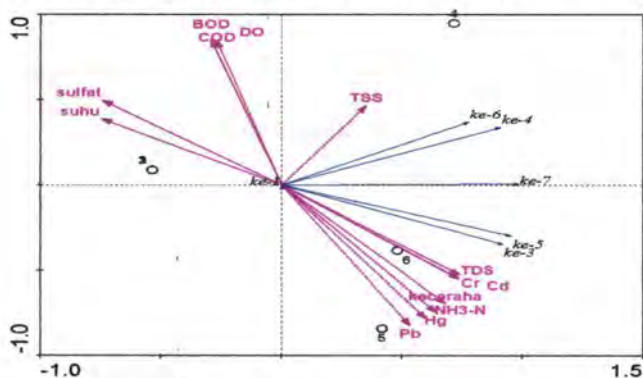
Berdasarkan data di atas dapat diketahui nilai *Survival Rate* stasiun sampling 1 (daerah Gunung Sari) paling tinggi dibandingkan dengan dua stasiun sampling lainnya (Ngagel dan Petekan). Stasiun sampling 1 diasumsikan mewakili daerah hulu Kali Mas Surabaya. Nilai *Survival Rate* stasiun sampling 1 sebesar 45%, hampir dua kali lipat stasiun sampling 2 dan tujuh kali lipat stasiun sampling 3. Nilai *Survival Rate* stasiun sampling 2 dan 3 berturut-turut adalah 23.33% dan 6.67%.

Survival Rate sangat dipengaruhi oleh jumlah mortalitas (kematian). Semakin tinggi kematian, maka nilai *Survival Rate* semakin kecil dan sebaliknya. Kematian ikan per minggu pada masing-masing stasiun sampling disajikan pada Tabel. 4.4 berikut:

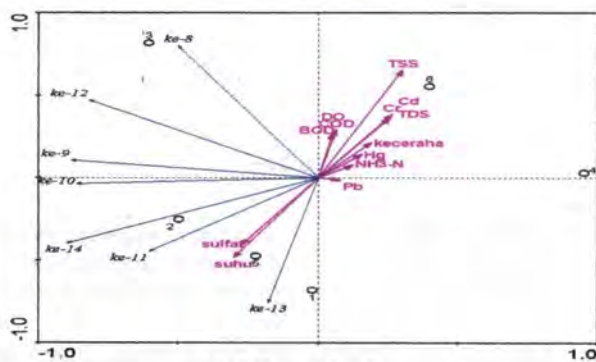
Tabel 4.4 Jumlah kematian ikan mujair per minggu di masing-masing stasiun sampling

Stasiun Sampling	plot	Minggu ke-			
		I (hari ke-0 - 7)	II (hari ke-8 - 14)	III (hari ke-15 - 21)	IV (hari ke-22 - 28)
1 (Gunung Sari)	1	0	13	3	0
	2	0	16	1	0
2 (Ngagel)	1	0	18	1	2
	2	18	2	4	1
3 (Petekan)	1	13	14	0	3
	2	15	10	0	1

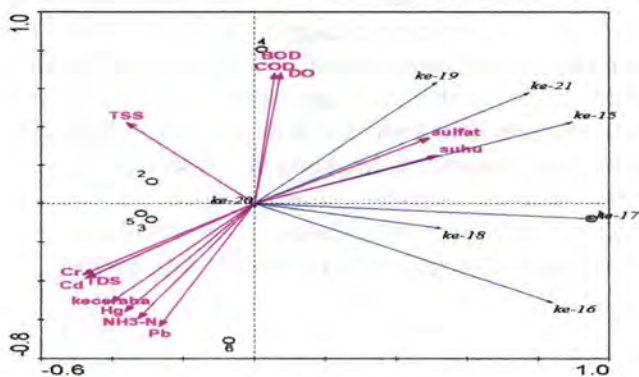
Rentang perbedaan *Survival Rate* antar stasiun sampling sangat tinggi, sedangkan berdasarkan parameter fisik dan kimia maupun logam berat yang terukur di ketiga stasiun sampling tidak memiliki rentang perbedaan yang terlalu jauh. Untuk mengetahui korelasi antara jumlah kematian ikan per minggu terhadap stasiun sampling dan parameter lingkungan, maka dilakukan ilustrasi diagram ordinasasi dengan menggunakan PCA (*Principal Componen Analysis*) oleh Canoco for Windows 4.5 yang menghasilkan grafik seperti pada Gambar 4.12 berikut:



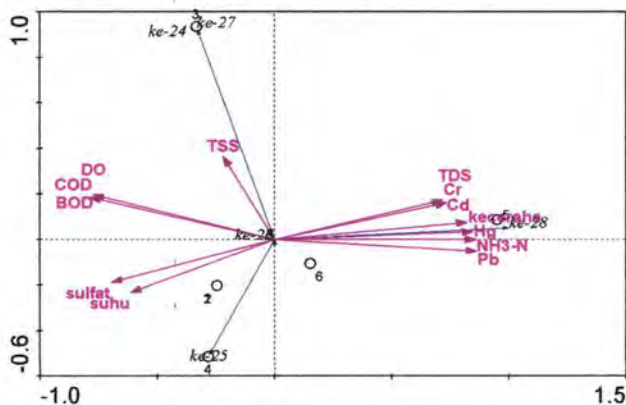
a). Minggu ke-1



b). Minggu ke-2



c). Minggu ke-3



d). Minggu ke-4

Keterangan:

1 = stasiun sampling 1 plot 1

4 = stasiun sampling 2 plot 2

2 = stasiun sampling 1 plot 2

5 = stasiun sampling 3 plot 1

3 = stasiun sampling 2 plot 1

6 = stasiun sampling 3 plot 2

Gambar 4.10 Ilustrasi diagram ordinas korelasi antara jumlah ikan yang mati terhadap stasiun sampling dan parameter lingkungan

Berdasarkan diagram di atas, kematian ikan pada minggu ke-1 (hari ke-1 sampai dengan 7) banyak dipengaruhi oleh TSS, TDS, Cr, Cd, kecerahan, $\text{NH}_3\text{-N}$, Hg dan Pb. $\text{NH}_3\text{-N}$ dan logam berat Hg, Cd, Cr, Pb dapat bersifat toksik bagi organisme. Kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ yang terukur pada minggu ke-1 di masing masing stasiun sampling adalah 0.75 ppm, 0.13 ppm dan 1.59 ppm. Nilai tersebut jauh melebihi baku mutu untuk budidaya perikanan (0.02 ppm). Ikan tidak dapat mentolerir ammonia bebas dengan kadar yang terlalu tinggi karena dapat mengganggu proses pengikatan oksigen oleh darah (Boyd, 1982).

Logam berat juga banyak berpengaruh pada kematian ikan pada minggu ke-1 khususnya pada stasiun sampling 3 (Gambar 3. 10(a) : kuadran 3). Logam berat Hg, Cd, Cr dan Pb yang terukur diperairan Kali Mas Surabaya rata-rata juga telah melampaui baku mutu. Konsentrasi logam Hg yang terukur di stasiun sampling 3 berkisar 0.056 ppm, logam Cd 0.038 ppm, konsentrasi logam Cr 0.024 ppm dan konsentrasi logam Pb 0.068 ppm. Logam berat merupakan kelompok zat pencemar. Menurut Darmono (1995), faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar adalah karena adanya sifat-sifat logam berat yang tidak dapat terurai (*non degradable*) dan mudah diabsorpsi. Dalam ekosistem alami terdapat interaksi antar organisme, baik interaksi positif maupun negatif yang menggambarkan bentuk transfer energi antar populasi dalam komunitas tersebut. Logam berat diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh untuk jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Saeni, 1997).

Menurut Darmono (2001) logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu: saluran pernafasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Sedangkan menurut Hutagalung (1984) dalam Erlangga (2007) bahan pencemar dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui tiga cara yaitu melalui rantai makanan, insang dan difusi permukaan

kulit. Selain logam berat, kadar TSS dan TDS pada minggu ke-1 juga tinggi. Diduga, hal tersebut juga dapat menyebabkan terganggunya saluran pernapasan pada ikan uji.

Organisme perairan khususnya ikan yang mengalami keracunan logam berat akan mengalami gangguan pada proses pernafasan dan metabolisme tubuhnya. Hal ini terjadi karena bereaksinya logam berat dengan fraksi dari lendir insang sehingga insang diseliputi oleh gumpalan lendir dari logam berat yang mengakibatkan proses pernafasan dan metabolisme tidak berfungsi sebagaimana mestinya (Palar 1994), akibatnya ikan akan mati lemas karena terganggunya proses pertukaran ion-ion dan gas-gas melalui insang. Ini dapat disebut proses *anoxemia*, yaitu terhambatnya fungsi pernafasan yakni sirkulasi dan ekskresi dari insang. Unsur-unsur logam berat yang mempunyai pengaruh terhadap insang diantaranya adalah kadmium dan merkuri (Widodo, 1980 dalam Erlangga, 2007).

Bahan pencemar (racun) masuk ke jaringan tubuh organisme atau ikan melalui proses absorpsi. Absorpsi merupakan proses perpindahan racun dari tempat pemejanan atau tempat absorpsinya ke dalam sirkulasi darah. Di dalam tubuh hewan logam berat diabsorpsi oleh darah, yang berikatan dengan protein darah kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Absorpsi, distribusi dan ekskresi bahan pencemar tidak dapat terjadi tanpa transpor melintasi membran. Proses transportasi dapat berlangsung dengan 2 cara : transpor pasif (yaitu melalui proses difusi) dan transpor aktif (yaitu dengan sistem transport khusus, dalam hal ini zat lazimnya terikat pada molekul pengemban). Akumulasi logam yang tertinggi biasanya dalam detoksikasi (hati) dan ekskresi (ginjal). Akumulasi logam berat dalam tubuh organisme tergantung pada konsentrasi logam berat dalam air/lingkungan, suhu, keadaan spesies dan aktifitas fisiologis (Connel dan Miller, 1995 dalam Erlangga, 2007).

Kematian ikan pada minggu ke-2 (hari ke-8 sampai dengan 14) banyak dipengaruhi oleh suhu dan sulfat. Akan tetapi suhu yang terukur pada minggu ke-2 berada pada kisaran maksimum untuk kehidupan ikan. Suhu yang terukur berkisar 28 - 31°C. Menurut Mayunar (1995) dan Sumaryanto *et al.* (2001) suhu perairan yang layak untuk perikanan adalah 27 - 32°C. Sedangkan konsentrasi sulfat berapa jauh di atas baku mutu air untuk kegiatan perikanan. Menurut Adriani *et al.* (2003), kadar senyawa sulfat disyaratkan tidak boleh melebihi 0,002 ppm. Kadar sulfat yang terukur pada minggu ke-2 berkisar antara 33 - 36 ppm. Jadi dapat diduga, kematian ikan pada minggu ke-2 lebih banyak dipengaruhi oleh konsentrasi sulfat daripada suhu.

Kematian ikan pada minggu ke-3 (hari ke-15 sampai dengan 21) banyak dipengaruhi oleh DO, BOD, COD, suhu dan sulfat. Empat parameter pertama memiliki hubungan yang erat, hal ini terkait akan kebutuhan oksigen terlarut bagi organisme air. DO (oksigen terlarut) merupakan faktor pembatas bagi kehidupan organisme. DO dan BOD memiliki hubungan yang terbalik. Semakin tinggi kadar DO di perairan maka semakin rendah kadar BOD.

DO dan suhu juga memiliki hubungan terbalik. Suhu berpengaruh terhadap konsentrasi O₂ terlarut. Pada suhu tinggi kelarutan oksigen akan berkurang karena aktivitas bakteri meningkat dan akan memberikan pengaruh langsung terhadap aktivitas ikan di samping akan menaikkan daya racun suatu polutan terhadap organisme perairan (Brown dan Gratzek, 1980 *dalam* Hartami, 2008).

Kematian ikan pada minggu ke-4 (hari ke-22 sampai dengan 28) dipengaruhi hampir oleh seluruh parameter, yaitu DO, BOD, COD, suhu, sulfat, TSS, TDS, Cr, Cd, kecerahan, NH₃-N, Hg dan Pb. Berdasarkan hal ini kemungkinan kemampuan ikan uji menurun dalam mentolerir perubahan lingkungan. Hal ini dapat dilihat dari kadar DO. Kadar DO terendah terukur pada minggu ke-4 sebesar 1.27 ppm di stasiun sampling 1. Hal ini juga terjadi

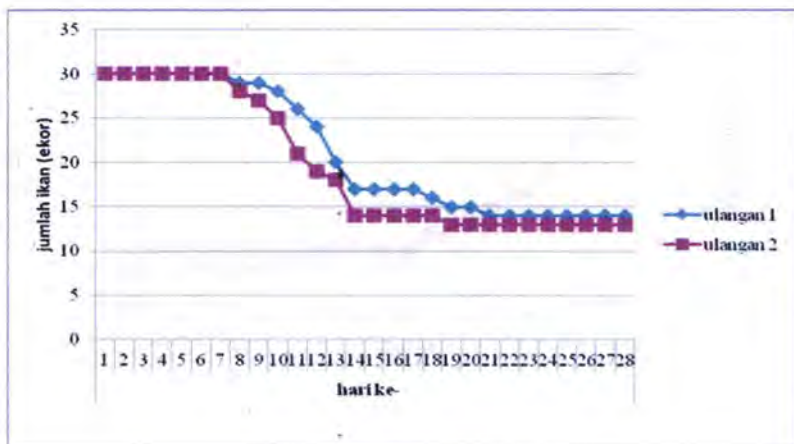
pada kadar TSS yang terukur. Kadar TSS terukur paling tinggi pada minggu ke-4 sebesar 232 ppm di stasiun sampling 2. Paramater yang lainnya pun juga telah melebihi baku mutu, kecuali suhu dan TDS yang masih dalam rentang baku mutu yang ditetapkan.

Dari analisa di atas, dapat diasumsikan bahwa kematian ikan uji tidak hanya oleh satu faktor saja, melainkan beberapa faktor yang saling berhubungan satu sama lain. Hal ini sesuai dengan penelitian Erlangga (2007). Menurut penelitian Erlangga (2007) pH akan mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan. Dalam hal ini kelarutan logam berat akan lebih tinggi pada pH rendah, sehingga menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Kenaikan pH pada badan perairan biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam tersebut. Salinitas juga dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan. Bila terjadi penurunan salinitas maka akan menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat bioakumulasi logam berat semakin besar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Erlangga (2007) yang menunjukkan bahwa pada perairan yang nilai salinitasnya 0‰ memperlihatkan bahwa kandungan logam berat Pb dan Cd yang lebih tinggi dibandingkan pada perairan yang memiliki nilai salinitas 0,5‰. Suhu perairan mempengaruhi proses kelarutan akan logam-logam berat yang masuk ke perairan. Semakin tinggi suatu suhu perairan kelarutan logam berat akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Darmono (2001) yang menyatakan bahwa suhu yang tinggi dalam air menyebabkan laju proses biodegradasi yang dilakukan oleh bakteri pengurai aerobik menjadi naik dan dapat menguapkan bahan kimia ke udara.

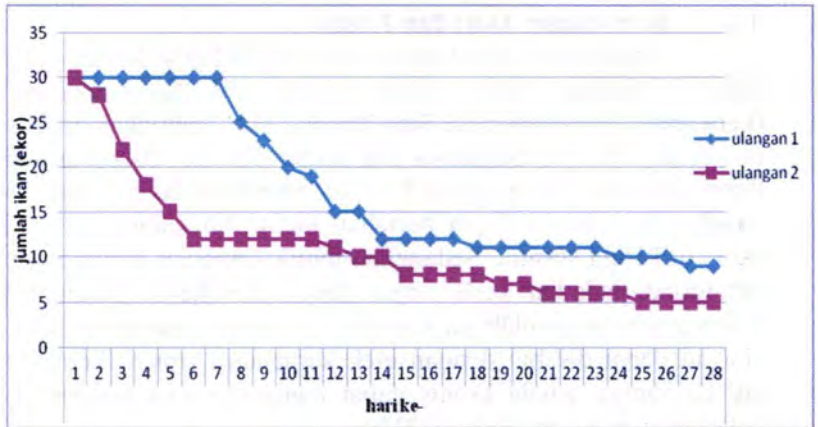
4.3 Keracunan Akut dan Kronis

Berdasarkan data harian ikan yang hidup di ketiga stasiun dapat diketahui bahwa tidak terjadi efek keracunan akut (keracunan langsung) pada Ikan Mujair yang diperlakukan secara *in-situ* di Kali Mas Surabaya. Hal ini terlihat dari data ikan yang dapat bertahan hidup pada hari ke empat pertama. Pada hari tersebut ikan masih dapat bertahan hidup lebih dari 50% (>15 ekor) di ketiga stasiun. Sedangkan untuk kematian tertinggi rata-rata terjadi pada hari ke-8 sampai dengan hari ke-14. Selanjutnya ikan yang hidup jumlahnya konstan dan menurun secara perlahan. Hal ini dapat disebut dengan efek keracunan kronis (keracunan tak langsung), gejala kronis dapat mengakibatkan kemunduran dalam pertumbuhan (Palar, 1994).

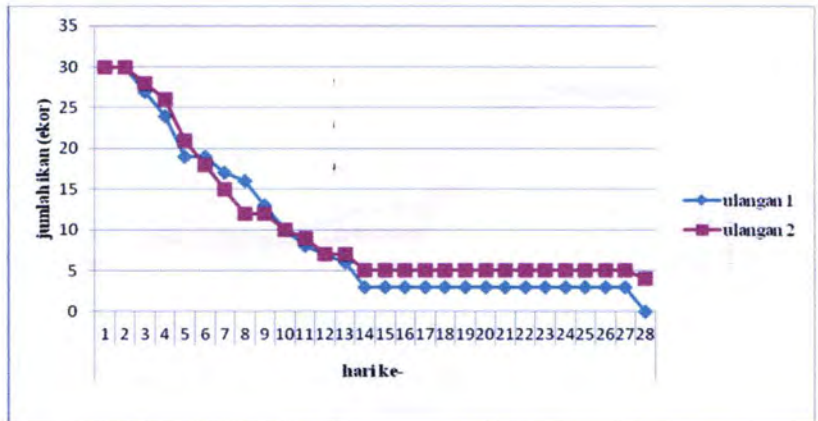
Gambar 4.13 berikut menunjukkan grafik jumlah ikan yang hidup setiap harinya di ketiga stasiun sampling:



(a) Stasiun sampling 1



(b) Stasiun sampling 2



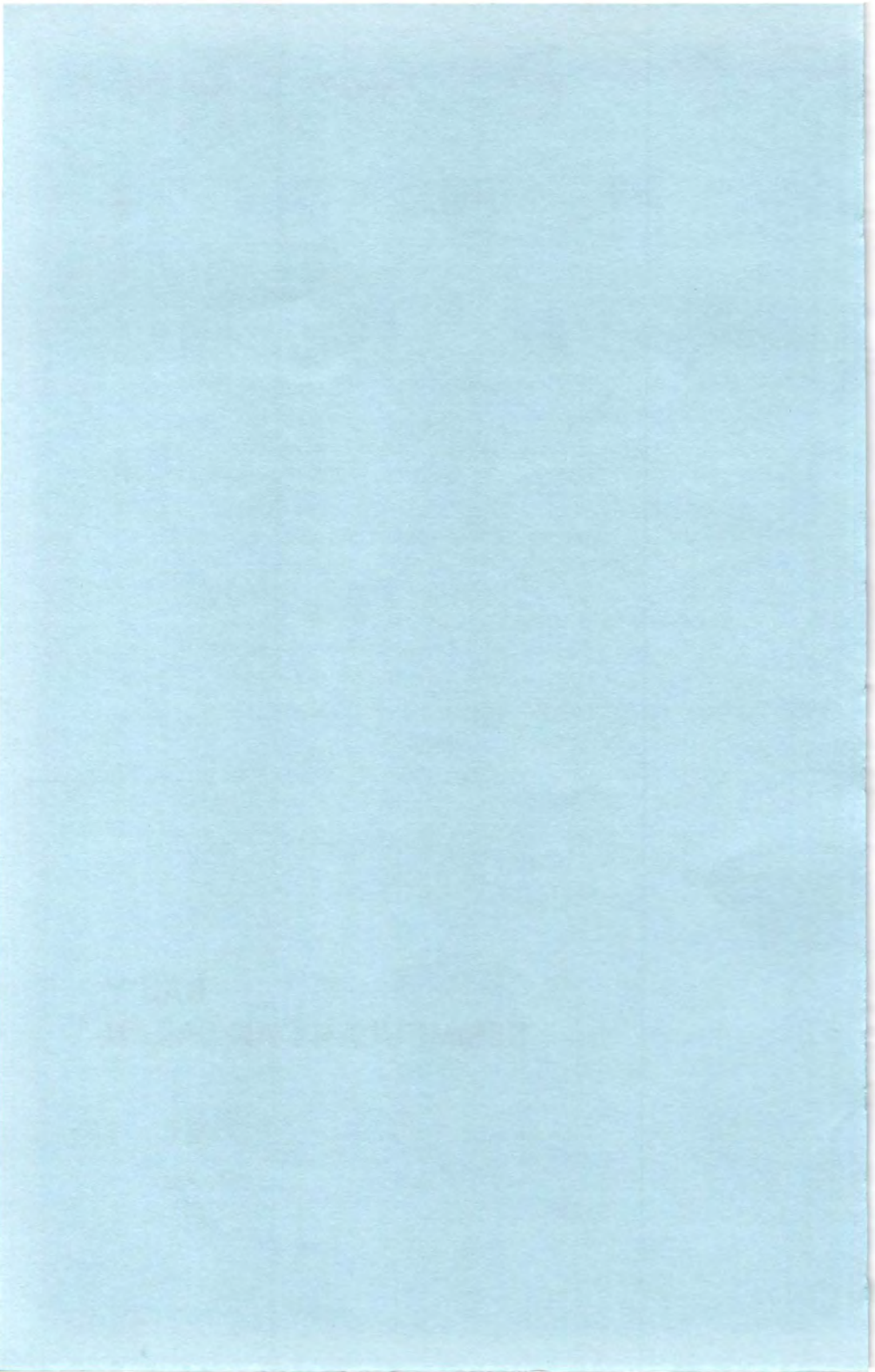
(c) Stasiun sampling 3

Gambar 4.11 Grafik jumlah ikan hidup setiap harinya di masing-masing stasiun sampling

Berdasarkan Grafik 4.11 tersebut maka akan terlihat kematian yang cukup tinggi di awal penelitian (minggu pertama), meskipun tidak mencapai 50% dari populasi, dan akan terus konstan seiring berjalannya waktu. Hal ini dikarenakan pada awal penelitian Ikan Mujair sebagai hewan uji melakukan adaptasi terhadap lingkungan baru. Ikan uji yang kurang dapat beradaptasi maka akan mati terlebih dahulu, sedangkan ikan yang mampu beradaptasi dapat bertahan hidup hingga akhir penelitian. Pada awal penelitian daya racun logam berat maupun parameter fisika-kimia belum mampu didetoksifikasi oleh juvenile ikan mujair.

Pada minggu kedua, yaitu mulai hari ke-14 rata-rata kematian ikan di stasiun sampling 1, 2 maupun 3 telah konstan. Hal ini dapat dilihat pada grafik 4.11, yang menunjukkan jumlah ikan hidup setiap harinya. Pada grafik tersebut terlihat bahwa mulai pada hari ke-14 grafik cenderung mendatar hingga akhir percobaan. Artinya, kematian ikan cukup stabil. Pada periode ini, diduga ikan uji (*Oreochromis mossambicus*) telah mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

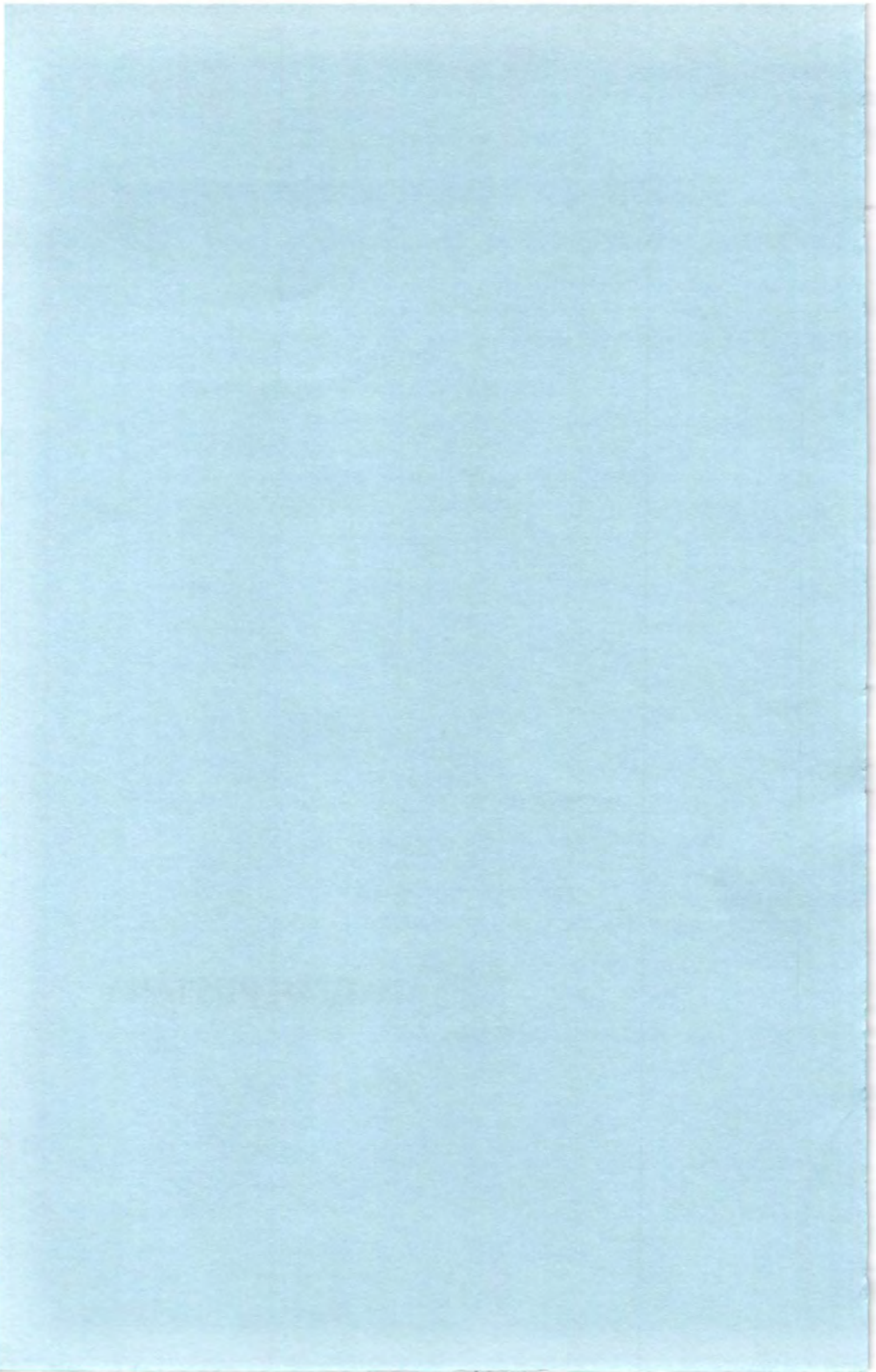
Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah :

- *Survival Rate* Ikan Mujair di Kali Mas Surabaya berkisar antara 6.67-45% dalam rentang waktu 28 hari. Angka *Survival Rate* paling tinggi berada di daerah yang mewakili hulu (Gunung Sari) sebesar 45% dan paling rendah berada di daerah hilir (Petekan) sebesar 6.67%.
- Berdasarkan diagram ordinasi PCA oleh Canoco for Windows 4.5 kematian ikan uji per minggunya dipengaruhi oleh parameter lingkungan yang berbeda-beda.

5.2 Saran

- Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan ikan hasil penelitian ini sehingga dapat diketahui gambaran histopatologi Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di perairan Kali Mas Surabaya.
- Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan Ikan Mujair pada fase hidup yang berbeda agar dapat diketahui perbedaan nilai *Survival Rate* Ikan Mujair untuk tiap fase kehidupan.

DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, S. N., Krismono, dan Sarnita. 2003. Penilaian Ulang Lima Lokasi Suaka Perikanan di Danau Toba Berdasarkan Kualitas Air dan Parameter Perikanan Lainnya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Edisi Sumberdaya dan Penangkapan* Vol. 9 No. 3. Badan Riset Kelautan dan Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Ahmad, F. 2009. Tingkat Pencemaran Logam Berat dalam Air Laut dan Sedimen di Perairan Pulau Muna, Kabaena, dan Buton Sulawesi Tenggara. *MAKARA, SAINS, VOL. 13, No. 2, November 2009: 117 – 124.*
- Akter, M. S., K. Ahmed, A. A. Akhand, M. Islam. 2008. Acute Toxicity of Arsenik and Mercury to Fresh Water Climbing Perch *Anabas testudineus* (Bloch). Depratemen of Fisheries, University of Dhaka, Dhaka-1000, Bangladesh. *World Journal of Zoology* 3 (1) : 13-18. ISSN 1817-3098.
- Anonymous 1. 2005. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. 21st Edition: Cenential Edition.* American Public Health Association (APHA). American Water Works Association (AWWA). Water Environment Federation (WEF). USA.
- Anonymous 2. 2008. *Status Lingkungan Hidup Kota Surabaya Tahun 2008.* Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya.
- Anonymous 3. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor: KEP-

02/MENKLH/I/1988 Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan.

- Anonymous 4. *Biomonitoring*. North California State University. <http://www.water.ncsu.edu/watershedss/info/biomon.html>. diakses pada tanggal 4 Maret 2011 pada pukul 11.03 WIB. NCSU.
- Anonymous 5. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 42 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sumber Daya Air.
- Anonymous 6. Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Anonymous 7. 1999. *Produksi Benih Ikan Nila Hitam (Oreochromis niloticus Bleeker) Kelas Benih Sebar*. Standar Nasional Indonesia (SNI): 01- 6141 – 1999.
- Alaerts, G., S. S. Santika. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Allen, G. R., K. G. Hortle., S. J. Renyaan. 2000. *Freshwater Fishes of The Timika Region New Guinea*. PT. Freeport Indonesia.
- Amnan, M. 1994. *Evaluasi Kandungan Logam Berat Hg dan Pb pada Kerang Polymesoda sp. pada Ekosistem Sungai di Kawasan Industri*. Tesis. Program Pasca Sarjana. UI. Jakarta.
- Barbee, G. C., J. Barich, B. Duncan, J. W. Bickam, C. W. Matson, C. J. Hintze, R. L. Autenrieth, G. Zhou, T. J. McDonald, L. Cizmas, D. Norton, dan K. C. Donnely. 2008. In Situ Biomonitoring of PAH-contaminated Sediments Using Juvenil Coho Salmon

(*Oncorhynchus kisutch*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 71 (2008) 454-464.

- Birungi, Z., B. Masola, M. F. Zaranyika, I. Naigaga, dan B. Marshall. 2006. Active Biomonitoring of Trace Heavy Metals Using Fish (*Oreochromis niloticus*) As Bioindikator Species: The Case of Nakivubo Wetland Along Lake Victoria. *Physics and Chemistry of the Earth* 32 (2007) 1350-1358.
- Brown, E. E., Gratzek J. B. 1980. *Fish Farming Handbook*. AVI Publishing Company, Connecticut.
- Clark, J. R. 1996. *Coastal Zone Management Handbook*. Lewis/CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Cholik F., Jagatraya A., Poernomo R., dan Jauzi A. 2005. *Akuakultur Tumpuan Harapan Masa Depan Bangsa*. PT. Victoria Kreasi Mandiri. Jakarta.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press. Jakarta.
- Edward, F. S. Pulumahuny. 2001. *Kadar Oksigen Terlarut di Perairan Raha Pulau Muna, Sulawesi Tenggara*. Pusat Riset Oseanografi - LIPI Jakarta.
- Effendie, M.I. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
- EPA. 2001. *Freshwater Fish Identification and Their Use as Indicators*. <http://www.epa.gov/bioindicators/html/fish.html>. diakses pada tanggal 26 Mei 2011 pukul 13.25 WIB.



- Erlangga. 2007. *Efek Pencemaran Perairan Sungai Kampar di Provinsi Riau Terhadap Ikan Baung (Hemibagrus nemurus)*. Tesis: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Hardjojo, B., Djokosetiyanto. 2005. *Pengukuran dan Analisis Kualitas Air*. Edisi Kesatu, Modul 1 - 6. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Hartami, P. 2008. *Analisis Wilayah Perairan Teluk Pelabuhan Ratu untuk Kawasan Budidaya Perikanan Sistem Keramba Jaring Apung*. Tesis: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Hendrawan, D., M. F. Melati, B. Bestari. 2004. Kajian Kualitas Perairan Sungai Ciliwung. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Lemlit Usakti* 3 (15): 54-66.
- Husin, Y. dan Eman, K. 1991. *Metoda Teknik Analisis Kualitas Air. Penelitian Lingkungan Hidup*. Lembaga Penelitian. IPB. Bogor.
- Irawan, A., Aminullah, Dahlan, Ismail, S. Bahri, dan Y. Fahdian. 2009. *Faktor-Faktor Penting dalam Proses Pembesaran Ikan di Fasilitas Nursery dan Pembesaran*. Bidang Konsentrasi Aquaculture. Program Alih Jenjang Diploma IV. ITB – SEAMOLEC - VEDC
- Ishikawa, K. 2007. *Pengendalian Mutu Terpadu*. PT. Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Kembarawati dan Lilia. 2003. *Kondisi Awal Kualitas Perairan Primer Induk (SPI) Eks-PLG 1 Juta Hektar dan Wilayah Dusun Muara Puning, Kalimantan Tengah*. Consultant to Climate Change, Forests and Peatlands

in Indonesia (CCFPI) Project Wetlands International – Indonesia Programme.

- Kendall, D., T. Michelsen. 2004. *Testing Protocols For In-Situ Freshwater Biaccumulation Testing*. DRAFT RSET ISSUE PAPER #20.
- Kottelat, M., A. J. Whitten., S. N. Kartikasari., S. Wirjoatmodjo. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editin (HK) Ltd in corporation with the Environmental Management Development in Indonesia (EMDI) Project, Ministry of State for Population and Enviroment, Republic of Indonesia.
- Mahida, U. N. 1984. *Pencemaran air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Penerbit CV. Radjawali. Jakarta.
- Mark, Jr. H. B. 1981. *Water Quality Measurement The Modern Analytical Techniques*. Departments of Chemistry of Cincinate. Ohio.
- Markert, B. A. 2008. From Biomonitoring to Integrated Observation of The Environment-The Multi-markered Bioindication Concept. *Ecological Chemistry and Engineerings*. 15(3): 315-333.
- Mason, C. F. 1993. *Biology of Freshwater Pollution, second Edition*. Longman Scientific and Technical. London.
- Masterson, J. 2007. *Oreochromis mossambicus*. http://www.sms.si.edu/irlspec/oreochromis_mossambicus.htm. diakses pada tanggal 5 April 2011 pukul 10.48 WIB.
- Mayunar, P. R dan Imanto P. T. 1995. *Pemilihan Lokasi untuk Budidaya Ikan Laut. Prosiding Temu Usaha Pemasarakatan Teknologi Keramba Jaring Apung bagi Budidaya Laut*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Kerjasama antara Badan

Penelitian dan Pengembangan Pertanian – Forum Komunikasi Penelitian dan Pengembangan Agribisnis (FKKPA). Jakarta 12 – 13 April, No. 38: 179 – 187.

- McGeoch, M. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews*, 73, 181-201.
- Moyle, P. B., Cech J. J. 2004. *Fishes: An Introduction to Ichthyology*. Fifth Edition. Prentice Hall Inc. USA.
- Mulgrew, A., P. Williams. 2006. *Biomonitoring of Air Quality Using Plants*. WHO Collaborating Centre for Air Quality Management and Air Pollution Control. <http://umweltbundesamt.de/whocc/AHR10/I-Intro.htm>. diakses pada tanggal 4 Maret 2011 pukul 10.57 WIB.
- Odum. 1996. *Dasar-dasar Ekologi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta..
- Price, D. R. H. 1879. *Fish as Indicators of Water Quality*. John Wiley and Sons. Chicester. Toronto.
- Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. Andi Offsett. Yogyakarta.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, Volume XXX, Nomor 3, 2005: 21 – 26.
- Sanusi, Harpasis S. 1980. *Sifat-Sifat Logam Berat Merkuri Di Lingkungan Perairan Tropis*. Pusat Studi

Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan,
Fakultas Perikanan IPB, Bogor.

- Saud, Ismail. 2008. *Prediksi Sedimentasi Kali Mas Surabaya*. Volume 4, Nomor 1, Pebruari 2008.
- Setyawan, P. 2009. *Ikan Sebagai Indikator pencemaran*. <http://akademiperikanan.wordpress.com/2009/04/01/ikan-sebagai-indikator-pencemaran-air/>. Diakses pada tanggal 22 Maret 2011 pukul 5.38 WIB
- Setyono, P., E. S. Soetarto. 2008. *Biomonitoring Degradasi Ekosistem Akibat Limbah CPO di Muara Sungai Mentaya Kalimantan Tengah dengan Metode Elektromorf Isozim Esterase*. Volume 9, Nomor 3, Halaman: 232-236.
- Shovitri, M., E. Zulaika, M. P. Koentjoro. 2008. Bakteri Tahan Merkuri dari Kali Mas Surabaya Berpotensi sebagai Agen Bioremediasi Merkuri. *Berkala Penelitian HAYATI*. Edisis khusus No. 4F Tahun 2010. Terakreditasi B. SK No. 43/DIKTI/Kep/2008.
- Soemarwoto, O. 1990. *Beberapa Masalah Mendesak dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Widyapura No. 1 tahun VII/1990. Pusat penelitian dan Pengembangan dan Perkotaan dan Lingkungan DKI. Jakarta.
- Sudarmadi, S. 1993. Toksiologi Limbah Pabrik Kulit terhadap *Cyprinus Carpio L.* dan Kerusakan Insang. *Jurnal Lingkungan dan Pembangunan* 13;4 : hal. 247-260. Jakarta.
- Suin, M. N. 1994. *Dampak Pencemaran pada Ekosistem Pengairan*. Proseding Penataran Pencemaran Lingkungan Dampak dan Penanggulangnya. Pemda Kodya TK. II. Padang.

- Sukadi. 1999. *Pencemaran Sungai Akibat Buangan Limbah dan Akibatnya Terhadap BOD dan DO*. Tesis : Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Bandung.
- Sunaryanto, Sulistyio I, Chaidir dan Sudjiharno. 2001. Pengembangan Teknologi Budidaya Kerapu: Permasalahan dan Kebijakan. *Prosiding Lokakarya Nasional 2001: Pengembangan Agribisnis Kerapu*. RISTEK-DKP-BPPT, Jakarta.
- Swann, L. D., J.E. Morris., D. Selock., J. Riepe. 1994. *Cage Culture of Fish in the North Central Region. Technical Bulletin Series #110*. United States Department of Agriculture Grant #89-38500-4319.
- Telfer, T. C., M. C. M. Beveridge. 2000. *Monitoring Enviromental Effects of Marine Fish Aquaculture*. Institute of Acuaculture, University of Stirling, United Kingdom.
- Ternala, A.B., 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Air Daratan*. USU Press. Medan
- Tugaswaty, T. 1987. *Metoda Penelitian Kualitas Air*. Penataran Metoda Penelitian Ilmu Lingkungan. Lembaga Penelitian Universitas Indonesia. Jakarta.



LAMPIRAN

LAMPIRAN

Lampiran 1. Baku Mutu Perairan menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 2 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Air di Provinsi Jawa Timur

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	0C	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 5	Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya
Residu Terlarut	mg / L	1000	1000	1000	2000	
Residu tersuspensi	mg / L	50	50	400	400	Bagi pengolahan air minum secara konvensional,
						residu tersuspensi = 5000 mg / L
KIMIA ANORGANIK						
pH		6 - 9	6 - 9	6 - 9	5 - 9	Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg / L	2	3	6	12	
COD	mg / L	10	25	50	100	
DO	mg / L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total fosfat sbg P	mg / L	0,2	0,2	1	5	
NO ₃ sebagai N	mg / L	10	10	20	20	
NH ₃ -N	mg / L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi Perikanan, kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka = 0,02 mg/L sebagai NH ₃
Arsen	mg / L	0,05	1	1	1	

PARAMETER	SATUAN	KELAS				KETERANGAN
		I	II	III	IV	
Kobalt	mg / L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg / L	1	(-)	(-)	(-)	
Boron	mg / L	1	1	1	1	
Selenium	mg / L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg / L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg / L	0,05	0,05	0,05	1	
Tembaga	mg / L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu = 1 mg/L
Besi	mg / L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe = 5 mg/L
Timbal	mg / L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb = 0,1 mg/L
Mangan	mg / L	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air Raksa	mg / L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg / L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn = 5 mg/L
Klorida	mg / L	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg / L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg / L	0,5	1,5	1,5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg / L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO ₂ -N = 1 mg/L
Sulfat	mg / L	400	(-)	(-)	(-)	
Klorin bebas	Mg / L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak dipersyaratkan

Lampiran 2. Hasil pengukuran parameter fisik dan kimia di Kali Mas Surabaya

1. Parameter Lingkungan Non-logam (Fisik dan Kimia)

a. Stasiun Sampling 1 (Gunung Sari) Hari ke-0



ITS
Institut Teknologi
Sepuluh Nopember

LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SEKEO JLO SURABAYA
TELEPON: (031) 5940000, FAX: (031) 5920007

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh: Sdr. Riky
Diterima Tanggal: 19 Mei 2011
Lokasi Sampling: Air Sungai di Gunung Sari

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metode Analisa
COD	mg/l. O ₂	48,00	Refleksi
BOD	mg/l. O ₂	20,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/l. NH ₃ -N	0,75	Spektrofotometri
TSS	mg/l.	142,00	Gravimetri
TDS	mg/l.	290,00	Gravimetri
Sulfat	mg/l. SO ₄	51,00	Spektrofotometri

Surabaya, 17 Mei 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Eti Pratiyo
NIP. 196203271984031002

Catatan:
Laporan ini dibuat untuk keperluan air
yang diterima laboratorium kami

b. Stasiun Sampling 1 (Gunung Sari) Hari ke-7



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOJILLO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928887

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Roby
Dikirim Tanggal : 26 Mei 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Gunung Sari

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/L O ₂	60,00	Refluks
B O D	mg/L O ₂	37,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L NH ₃ -N	1,11	Spektropotometri
T S S	mg/L	176,00	Gravimetri
T D S	mg/L	212,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L SO ₄	32,44	Spektropotometri

Sumbaya, 01 Juni 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan ITSP ITS

Catatan :
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami


Edy Pratika
NIP. 196205271984031002

c. Stasiun Sampling 1 (Gunung Sari) Hari ke-14



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr Roby
Dikirim Tanggal : 06 Juni 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Gunung Sari

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
COD	mg/L O ₂	32,00	Refluks
BOD	mg/L O ₂	18,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L NH ₃ N	1,38	Spektropotometri
TSS	mg/l.	160,00	Gravimetri
TDS	mg/L	232,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L SO ₄	34,21	Spektropotometri

Surabaya, 17 Juni 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Edy Pratiko
NIP. 196205271984031002

Catatan :
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

d. Stasiun Sampling 1 (Gunung Sari) Hari ke-2



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886. FAX. (031)5928387

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Roby
Dikirim Tanggal : 10 Juni 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Gunungsari

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/l. O ₂	16,00	Refluks
B O D	mg/L O ₂	9,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L. NH ₃ .N	0,41	Spektropotometri
T S S	mg/l.	182,00	Gravimetri
T D S	mg/l.	242,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L. SO ₄	31,46	Spektropotometri

Surabaya, 24 Juni 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Edy Pratikto
NIP. 196205271984031002

Catatan :
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

e. Stasiun Sampling 1 (Gunung Sari) Hari ke-28



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLO SURABAYA
TELEPON (031) 8918886, FAX. (031) 8918387

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Rohy
Dikirim Tanggal : 16 Juni 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Gunung Sari

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/L O ₂	24,00	Refluksi
B O D	mg/L O ₂	14,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L NH ₃ N	0,57	Spektrofotometri
T S S	mg/L	160,00	Gravimetri
T D S	mg/L	242,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L SO ₄	36,12	Spektrofotometri
Nitrat	mg/L NO ₃ N	1,88	Spektrofotometri

Surabaya, 24 Juni 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Edy Pratiko
NIP. 196205271981031002

Catatan:
Laporan ini dibuat untuk keperluan air
yang diterima laboratorium kami

f. Stasiun Sampling 2 (Ngagel) Hari ke-0



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLOLO SURABAYA
TELEPON (031) 8918886, FAX. (031) 8928387

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Roby
Dikirim Tanggal : 19 Mei 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Ngagel

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/L O ₂	32,00	Reflaks
B O D	mg/L O ₂	19,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L NH ₄ N	0,13	Spektrofotometri
T S S	mg/L	160,00	Gravimetri
T D S	mg/L	224,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L SO ₄	44,40	Spektrofotometri

Surabaya, 31 Mei 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Edy Pratiko
NIP. 196205271984031002

Catatan:
Laporan ini dibuat untuk keperluan internal
yang diterima laboratorium kami

g. Stasiun Sampling 2 (Ngagel) Hari ke-7



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Roby
Dikirim Tanggal : 26 Mei 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Ngagel

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
COD	mg/L O ₂	80,00	Refluks
BOD	mg/L O ₂	48,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L NH ₃ -N	0,84	Spektropotometri
TSS	mg/L	228,00	Gravimetri
TDS	mg/L	232,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L SO ₄	32,20	Spektropotometri

Surabaya, 01 Juni 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Catatan :
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

h. Stasiun Sampling 2 (Ngagel) Hari ke-14



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLOLO SURABAYA
TELEPON (031)8948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Roby
Dikirim Tanggal : 06 Juni 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Ngagel

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/L O ₂	24,00	Refluks
B O D	mg/L O ₂	14,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L NH ₃ N	1,84	Spektropotometri
T S S	mg/L	196,00	Gravimetri
T D S	mg/L	230,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L SO ₄	33,62	Spektropotometri

Surabaya, 17 Juni 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS


Edy Pratiko
NIP. 196205271984031002

Catatan :
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

i. Stasiun Sampling 2 (Ngagel) Hari ke-21



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SIKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928287

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Roby
Dikirim Tanggal : 10 Juni 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Ngagel

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/L O ₂	40,00	Refluks
B O D	mg/L O ₂	24,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L. NH ₃ N	9,78	Spektropotometri
T S S	mg/L.	190,00	Gravimetri
T D S	mg/L.	248,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L. SO ₄	32,98	Spektropotometri

Surabaya, 24 Juni 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS


Edy Prakto
NIP. 196205271984031002

Catatan :
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

j. Stasiun Sampling 2 (Ngagel) Hari ke-28



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5926387

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Roby
Dikirim Tanggal : 16 Juni 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Ngagel

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/L O ₂	32,00	Reflaks
B O D	mg/l. O ₂	18,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L NH ₃ -N	0,75	Spektrofotometri
T S S	mg/L	252,00	Gravimetri
T D S	mg/L	253,00	Gravimetri
Sulfat	mg/l. SO ₄	31,85	Spektrofotometri
Nitrat	mg/L NO ₃ -N	2,48	Spektrofotometri

Surabaya, 24 Juni 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Catatan :
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

Edy Pratiko
NIP.-196205271984031002

k. Stasiun Sampling 3 (Petekan) Hari ke-0



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLO SURABAYA
TELEPON (031)5948896, FAX. (031)5928287

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Roby
Dikirim Tanggal : 19 Mei 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Petekan

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/L O ₂	24,00	Refluks
B O D	mg/l. O ₂	14,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/l. NH ₃ N	1,59	Spektropotometri
T S S	mg/l.	128,00	Gravimetri
T D S	mg/l.	230,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L SO ₄	44,63	Spektropotometri

Surabaya, 31 Mei 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Edy Pratiko
NIP. 196205271984031002

Catatan
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

I. Stasiun Sampling 3 (Petekan) Hari ke-7



LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER


KAMPUS ITS SEKOLOLO SURABAYA
TELEPON (031)8948886, FAX. (031)8920387

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Roby
Dikirim Tanggal : 26 Mei 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Petekan

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/L O ₂	40,00	Refluks
B O D	mg/L O ₂	24,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L NH ₃ N	0,95	Spektrofotometri
T S S	mg/L	140,00	Gravimetri
T D S	mg/L	240,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L SO ₄	35,37	Spektrofotometri

Surabaya, 31 Mei 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS


Edy Pratiko
NIP. 196205271984031002

Catatan :
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

m. Stasiun Sampling 3 (Petekan) Hari ke-14



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLOLO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Roby
Dikirim Tanggal : 06 Juni 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Petekan

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/L. O ₂	32,00	Refluks
B O D	mg/L. O ₂	19,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L. NH ₃ N	1,91	Spektropotometri
T S S	mg/L	182,00	Gravimetri
T D S	mg/l	238,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L. SO ₄	36,08	Spektropotometri

Surabaya, 17 Juni 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS

Edy Pratiko
NIP. 196205271984031002

Catatan:
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

n. Stasiun Sampling 3 (Petekan) Hari ke-21



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA
TELEPON (031)5948886, FAX. (031)5928387

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sdr. Roby
Dikirim Tanggal : 10 Juni 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Petekan

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/L O ₂	24,00	Refluks
B O D	mg/L O ₂	13,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L NH ₃ N	1,48	Spektropotometri
T S S	mg/L	160,00	Gravimetri
T D S	mg/L	254,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L SO ₄	46,95	Spektropotometri

Surabaya, 24 Juni 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS


Edy Pratiko
NIP. 196205271984031002

Catatan :
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

o. Stasiun Sampling 3 (Petekan) Hari ke-28



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LABORATORIUM KUALITAS LINGKUNGAN
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER


KAMPUS ITS SEKELILO SURABAYA
TELEPON 031 8948886, FAX. 031 8972387

DATA ANALISA AIR

Dikirim Oleh : Sd: Roby
Dikirim Tanggal : 16 Juni 2011
Lokasi Sampling : Air Sungai di Petekan

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Metoda Analisa
C O D	mg/L O ₂	32,00	Refluka
B O D	mg/L O ₂	19,00	Winkler
Amonia Bebas	mg/L NH ₃ N	0,86	Spektrofotometri
T S S	mg/L	100,00	Gravimetri
T D S	mg/L	258,00	Gravimetri
Sulfat	mg/L SO ₄	42,71	Spektrofotometri
Nitrat	mg/L NO ₃ N	2,84	Spektrofotometri

Surabaya, 24 Juni 2011
Laboratorium Kualitas Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS


Edy Pratiyo
NIP. 196205271984031002

Catatan
Laporan ini dibuat untuk cuplikan air
yang diterima laboratorium kami

2. Parameter Logam Berat

a. Stasiun sampling 1, 2 dan 3 Hari ke-0



UNIVERSITAS SURABAYA
FAKULTAS FARMASI
PUSAT ANALISIS OBAT dan MAKANAN

Jalan Raya Kalirungkut, Surabaya 60293
Telepon (031) 2981115; Faksimil (031) 2981113
Email: farmasi@surabaya.ac.id

LAPORAN ANALISIS*)					
Nomor Sampel	180511	Sampel	Larutan jernih berwarna kekuningan		
Tanggal Penerimaan	18 Mei 2011	Nomor/ Kode	-		
Tanggal Analisis	18 Mei 2011	Nomor Ijin	-		
Tanggal Selesai Analisis	19 Mei 2011	Pemilik/ Asal Sampel	Sdr. Robby, Surabaya		
Penganalisis	Sdm./Ike	-	-		
Perhitungan Diuji Oleh	Sdm.	-	-		
Hasil Analisis:					
No.	Kode	Kadar			
		Cd (ppm)	Cr (ppm)	Hg (ppb)	Pb (ppm)
1	1	0,007 ✓	- ✓	49,055 ✓	0,545 ✓
2	2	0,002 ✓	- ✓	31,037 ✓	0,636 ✓
3	3	0,002	0,120	67,073	0,317
4	4	0,009	-	67,073	0,590
5	5	0,002	0,063	31,037	0,636
6	6	0,002	-	-	0,636
7	7	0,009	-	67,073	0,818
8	8	0,002 ✓	0,022 ✓	31,037 ✓	0,636 ✓
Metode analisis: ICP-AES/ICPFS					

*) Hasil ini hanya berlaku untuk sampel yang dianalisis

File: D:\Data\LABORAN ANALISIS 04

1. PP
1. P/2011

Surabaya, 19 Mei 2011
Kepala Pusat Analisis Obat dan Makanan,



Drs. R. Soediatmoko Soediman, MSI
NPK: 182011

b. Stasiun sampling 1, 2 dan 3 Hari ke-7



UNIVERSITAS SURABAYA
FAKULTAS FARMASI
PUSAT ANALISIS OBAT dan MAKANAN

Jalan Raya Kalirungrut, Surabaya 60223
 Telepon (031) 2981115; Faksimili (031) 2981113
 Email: farmasi@surya.ac.id

Lampiran : LAPORAN ANALISIS
 Nomor Sampel : 270511 (SdrSilka, ITS, Surabaya) (8)
 Hasil Analisis : Air

Parameter Uji	Kode Sampel					
	Ngaget H-7		Gn. Sari H-7		Perak H-7	
	I	Kadar (ppm)	I	Kadar (ppm)	I	Kadar (ppm)
Cd	0,040	-	0,039	-	0,038	-
Cr	0,023	-	0,025	-	0,024	-
Hg	0,053	-	0,053	-	0,056	-
Pb	0,067	-	0,064	-	0,068	-

Surabaya, 06 Juni 2011

Kepala Pusat Analisis Obat dan Makanan,

Drs. R. Soedjatmoko Soediman, M.Si.
 NPK: 182011

c. Stasiun sampling 1, 2 dan 3 Hari ke-14, 21 dan 28



UNIVERSITAS SURABAYA
FAKULTAS FARMASI
PUSAT ANALISIS OBAT dan MAKANAN

Jalan Raya Kalirungkut, Surabaya 60293
 Telepon (031) 2981115, Faksimil (031) 2981113
 Email: farmasi@surabaya.ac.id

LAPORAN ANALISIS*)

Nomor Sampel	1290611	Sampel	Larutan jerih
Tanggal Penerimaan	29 Juni 2011	Nomor/ Kode	-
Tanggal Analisis	06 Juli 2011	Nomor Ijin	-
Tanggal Selesai Analisis	07 Juli 2011	Pemilik/ Asal Sampel	Sdr. Esi, Surabaya
Penganalisis	Sdm./Ike	-	-
Perhitungan Diuji Oleh	Sdm.	-	-

Hasil Analisis:		Kadar (ppb)			
No.		Cd	Cr	Hg	
14	CS	1	-	37	-
		2	-	77	-
		3	-	17	-
21	CS	4	-	37	-
		5	-	37	-
		6	-	37	-
28	CS	7	-	57	-
		8	-	37	-
		9	-	77	-

Metode analisis: ICP-AES/ICPS

*) Hasil ini hanya berlaku untuk sampel yang dianalisis

File: D:\DL\LABORAN ANALISIS AE

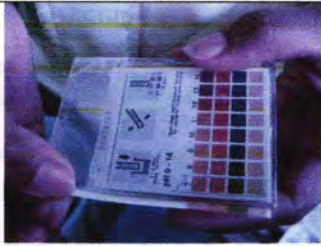
Surabaya, 07 Juli 2011
 Kepala Pusat Analisis Obat dan Makanan,



Dr. R. Soedjatmoko Soediman, MSI.
 NPK: 182011

Lampiran 3. Dokumentasi penelitian

 <p>Ikan Mujair yang bertahan hidup 14 dan 13 ekor pada hari ke-28 di stasiun sampling 1 (Gunung Sari)</p>	 <p>Ikan Mujair yang bertahan hidup 9 dan 5 ekor pada hari ke-28 di stasiun sampling 2 (Ngagel)</p>
 <p>Ikan Mujair yang bertahan hidup 4 ekor pada hari ke-28 di stasiun sampling 3 (Petekan)</p>	 <p>Pengukuran salinitas</p>



Pengukuran pH



Pengukuran DO dan suhu



Pengecekan kondisi ikan



Sampel air untuk uji logam berat



Preparasi sampel air untuk uji logam berat (penyaringan air)



Preparasi sampel air untuk uji logam berat

Lampiran 4. Uji Statistik PCA oleh Canoco for Windows 4.5

1. Uji PCA Minggu ke-1

[Wed Feb 08 12:45:35 2012] Log file created

[Wed Feb 08 12:46:05 2012] Settings changed

[Wed Feb 08 12:46:13 2012] CON file [C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\pca1-7.con] saved

[Wed Feb 08 12:46:15 2012] Running CANOCO:

[Wed Feb 08 12:46:15 2012] CON file [C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\pca1-7.con] saved

Program CANOCO Version 4.5 February 2002 - written by
Cajo J.F. Ter Braak

(C) 1988-2002 Biometris - quantitative methods in the life
and earth sciences

Plant Research International, Wageningen University and
Research Centre

Box 100, 6700 AC Wageningen, the Netherlands

CANOCO performs (partial) (detrended) (canonical)
correspondence analysis,

principal components analysis and redundancy analysis.

CANOCO is an extension of Cornell Ecology program
DECORANA (Hill, 1979)

For explanation of the input/output see the manual or
 Ter Braak, C.J.F. (1995) Ordination. Chapter 5 in:
 Data Analysis in Community and Landscape Ecology
 (Jongman, R.H.G., Ter Braak, C.J.F. and Van Tongeren,
 O.F.R., Eds)
 Cambridge University Press, Cambridge, UK, 91-173 pp.

*** Type of analysis ***

Model	Gradient analysis		
	indirect	direct	hybrid
linear	1=PCA	2=RDA	3
unimodal	4=CA	5=CCA	6
„	7=DCA	8=DCCA	9
	10=non-standard analysis		

Type analysis number

Answer = 1

*** Data files ***

Species data : C:\Documents and Settings\Eni
 Suyantri\My Documents\coba eni\1-7

Covariable data :

Environmental data : C:\Documents and Settings\Eni
 Suyantri\My Documents\coba eni\lingk

Initialization file:

Forward selection of envi. variables = 0

Scaling of ordination scores = 2

Diagnostics = 1

File : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\1-7

Title : WCanoImp produced data file

Format : (I5,1X,7F7.2)

No. of couplets of species number and abundance per line :
0

No samples omitted

Number of samples 6

Number of species 7

Number of occurrences 35

File : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\link

Title : WCanoImp produced data file

Format : (I5,1X,8F9.3,1(/6X,(8F9.3)))

No. of environmental variables : 15

No interaction terms defined

No transformation of species data

No species-weights specified

No sample-weights specified

Centering/standardization by species = 1

Centering/standardization by samples = 0

No. of active samples: 6

No. of passive samples: 0

No. of active species: 7

Total sum of squares in species data = 1048.29

Total standard deviation in species data TAU = 4.99592

**** WARNING

**** Number of envi. and co- variables exceeds number of samples-1

**** Some variables (often, the last ones) will be found collinear

***** Variable 11 has negligible variance *****

***** (possibly after adjustment for covariables) *****

Environmental variable 11 omitted

***** Variable 6 has negligible variance *****

***** (possibly after adjustment for covariables) *****

Environmental variable 6 omitted

***** Collinearity detected when fitting variable 2

***** Collinearity detected when fitting variable 4

***** Collinearity detected when fitting variable 5

***** Collinearity detected when fitting variable 7

***** Collinearity detected when fitting variable 8

***** Collinearity detected when fitting variable 9

***** Collinearity detected when fitting variable 10

***** Collinearity detected when fitting variable 12

***** Collinearity detected when fitting variable 13

***** Collinearity detected when fitting variable 14

***** Collinearity detected when fitting variable 15

**** Correlation matrix ****

SPEC AX1 1.0000

SPEC AX2 0.0000 1.0000

SPEC AX3	0.0000	0.0000	1.0000			
SPEC AX4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
ENVI AX1	0.7477	-0.4156		0.0774	0.0000	1.0000
ENVI AX2	-0.3628		0.8565	-0.2002		0.0000
	-0.4852	1.0000				
ENVI AX3	0.2872	-0.8511		0.2014	0.0000	0.3841
	-0.9937	1.0000				
ENVI AX4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000				
DO	-0.2940		0.8520	-0.2014		0.0000
	-0.3932	0.9948	-1.0000	0.0000		
BOD	-0.2934		0.8520	-0.2014		0.0000
	-0.3924	0.9947	-1.0000	0.0000		
COD	-0.2699		0.8485	-0.2014		0.0000
	-0.3610	0.9906	-0.9997	0.0000		
TDS	0.7341	-0.5505		0.1114	0.0000	0.9817
	-0.6428	0.5528	0.0000			
NH3-N	0.5982	-0.7819		0.1735	0.0000	0.8000
	-0.9128	0.8613	0.0000			
suhu	-0.7472		0.3885	-0.0707		0.0000
	-0.9994	0.4535	-0.3507	0.0000		
keceraha	0.6780	-0.6927		0.1486	0.0000	0.9067
	-0.8087	0.7376	0.0000			
sulfat	-0.7430		0.4970	-0.0978		0.0000
	-0.9937	0.5803	-0.4853	0.0000		

TSS	0.3504	0.4669	-0.1280	0.0000	0.4686
0.5451	-0.6356		0.0000		
Pb	0.5319	-0.8220		0.1858	0.0000
-0.9597	0.9222	0.0000			0.7113
Hg	0.6392	-0.7438		0.1626	0.0000
-0.8684	0.8073	0.0000			0.8549
Cd	0.7345	-0.5484		0.1108	0.0000
-0.6402	0.5501	0.0000			0.9823
Cr	0.7389	-0.5257		0.1050	0.0000
-0.6138	0.5214	0.0000			0.9881

	SPEC AX1	SPEC AX2	SPEC AX3	
	SPEC AX4	ENVI AX1	ENVI AX2	ENVI
AX3	ENVI AX4			
DO	1.0000			
BOD	1.0000	1.0000		
COD	0.9994	0.9994	1.0000	
TDS	-0.5610		-0.5603	-0.5319
1.0000				
NH3-N	-0.8662		-0.8658	-0.8483
0.8996	1.0000			
suhu	0.3600	0.3592	0.3273	-0.9743
1.0000				-0.7780
keceraha	-0.7442		-0.7437	-0.7206
0.9704	0.9784	-0.8910		1.0000

sulfat	0.4939	0.4932	0.4634	-0.9969	-0.8623
	0.9890	-0.9483	1.0000		
TSS	0.6280	0.6286	0.6547	0.2919	-0.1551
-0.5000	0.0524	-0.3665			
Pb	-0.9259		-0.9256		-0.9122
0.8321	0.9908	-0.6857		0.9414	-0.7857
Hg	-0.8131		-0.8127		-0.7924
0.9380	0.9952	-0.8358		0.9939	-0.9077
Cd	-0.5583		-0.5576		-0.5291
1.0000	0.8981	-0.9750		0.9696	-0.9971
Cr	-0.5298		-0.5291		-0.5000
0.9993	0.8827	-0.9820		0.9608	-0.9991
	DO	BOD		COD	TDS
	NH3-N	suhu	keceraha	sulfat	
TSS	1.0000				
Pb	-0.2875		1.0000		
Hg	-0.0576		0.9727	1.0000	
Cd	0.2951	0.8303	0.9369	1.0000	
Cr	0.3273	0.8109	0.9245	0.9994	1.0000
	TSS	Pb	Hg	Cd	Cr
N	name	(weighted) mean			stand. dev.
	inflation factor				
1 SPEC AX1		0.0000		1.0000	

2 SPEC AX2		0.0000	1.0000
3 SPEC AX3		0.0000	1.0000
4 SPEC AX4		0.0000	0.0000
5 ENVI AX1		0.0000	0.7477
6 ENVI AX2		0.0000	0.8565
7 ENVI AX3		0.0000	0.2014
8 ENVI AX4		0.0000	0.0000
1 DO	2.4833	0.3391	827.6800
2 BOD 0.0000		21.2667	2.7777
3 COD 827.6800		36.0000	4.5724
4 TDS	237.6667	5.0658	0.0000
5 NH3-N 0.0000		1.0220	0.2377
7 suhu	28.8333	0.1247	0.0000
8 keceraha 0.0000		33.0000	2.0396
9 sulfat	34.2667	2.8194	0.0000
10 0.0000	TSS	172.6667	2.4944
12 0.0000	Pb	0.3653	0.0040

13 0.0000	Hg	0.0437	0.0031
14 0.0000	Cd	0.0213	0.0069
15 0.0000	Cr	0.0380	0.0008

**** Summary ****

Axes	1	2	3	4
Total variance				
Eigenvalues 1.000	: 0.844	0.095	0.061	0.000
Species-environment correlations 0.000	: 0.748	0.857	0.201	
Cumulative percentage variance				
of species data	: 84.4	93.9	100.0	0.0
of species-environment relation: 0.0		86.7	99.5	100.0
Sum of all 1.000	eigenvalues			
Sum of all canonical 0.544	eigenvalues			

[Wed Feb 08 12:46:16 2012] CANOCO call succeeded

[Wed Feb 08 12:46:19 2012] Running CanoDraw

[Wed Feb 08 12:46:19 2012] CanoDraw call succeeded

2. Uji PCA minggu ke-2

[Wed Feb 08 12:47:14 2012] Log file created

[Wed Feb 08 12:47:45 2012] Settings changed

[Wed Feb 08 12:47:51 2012] CON file [C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\pca8-14.con] saved

[Wed Feb 08 12:47:53 2012] Running CANOCO:

[Wed Feb 08 12:47:53 2012] CON file [C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\pca8-14.con] saved

Program CANOCO Version 4.5 February 2002 - written by Cajo J.F. Ter Braak

(C) 1988-2002 Biometris - quantitative methods in the life and earth sciences

Plant Research International, Wageningen University and Research Centre

Box 100, 6700 AC Wageningen, the Netherlands

CANOCO performs (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis,

principal components analysis and redundancy analysis.

CANOCO is an extension of Cornell Ecology program DECORANA (Hill, 1979)

For explanation of the input/output see the manual or

Ter Braak, C.J.F. (1995) Ordination. Chapter 5 in:

Data Analysis in Community and Landscape Ecology

(Jongman, R.H.G., Ter Braak, C.J.F. and Van Tongeren, O.F.R., Eds)

Cambridge University Press, Cambridge, UK, 91-173 pp.

*** Type of analysis ***

Model	Gradient analysis		
	indirect	direct	hybrid
linear	1=PCA	2=RDA	3
unimodal	4=CA	5=CCA	6
„	7=DCA	8=DCCA	9
	10=non-standard analysis		

Type analysis number

Answer = 1

*** Data files ***

Species data : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\8-14

Covariable data :

Environmental data : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\lingk

Initialization file:

Forward selection of envi. variables = 0

Scaling of ordination scores = 2

Diagnostics = 1

File : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\8-14

Title : WCanolmp produced data file

Format : (I5,1X,7F7.2)

No. of couplets of species number and abundance per line : 0

No samples omitted

Number of samples 6

Number of species 7

Number of occurrences 30

File : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\lingk

Title : WCanolmp produced data file

Format : (I5,1X,8F9.3,1(/6X,(8F9.3)))

No. of environmental variables : 15

No interaction terms defined

No transformation of species data

No species-weights specified

No sample-weights specified

Centering/standardization by species = 1

Centering/standardization by samples = 0

No. of active samples: 6

No. of passive samples: 0

No. of active species: 7

Total sum of squares in species data = 814.808

Total standard deviation in species data TAU = 4.40456

**** WARNING

**** Number of envi. and co- variables exceeds number of samples-1

**** Some variables (often, the last ones) will be found collinear

***** Variable 11 has negligible variance *****

***** (possibly after adjustment for covariables) *****

Environmental variable 11 omitted

***** Variable 6 has negligible variance *****

***** (possibly after adjustment for covariables) *****

Environmental variable 6 omitted

***** Collinearity detected when fitting variable 2 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 4 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 5 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 7 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 8 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 9 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 10 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 12 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 13 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 14 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 15 *****

**** Correlation matrix ****

SPEC AX1	1.0000				
SPEC AX2	0.0000	1.0000			
SPEC AX3	0.0000	0.0000	1.0000		
SPEC AX4	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	
ENVI AX1	0.3489	0.6563	-0.3471		-0.4720
1.0000					
ENVI AX2	0.3373	0.6789	-0.2369		-0.5944
0.9667	1.0000				
ENVI AX3	-0.2334		-0.3100		0.5189 -0.0855
	-0.6690		-0.4566		1.0000
ENVI AX4	-0.2296		-0.5628		-0.0619
0.7171	-0.6582		-0.8289		-0.1193
					1.0000

DO	0.0524	0.2703	0.3291	-0.6047	0.1502	0.3982
0.6343	-0.8432					
BOD		0.0527	0.2708	0.3288	-0.6050	0.1510
0.3989	0.6337	-0.8436				
COD		0.0644	0.2918	0.3150	-0.6177	0.1845
0.4298	0.6071	-0.8614				
TDS		0.2562	0.3639	-0.5167	0.0201	0.7342
0.5360	-0.9958		0.0280			
NH3-N		0.1270	0.0770	-0.4855	0.3311	0.3639
0.1134	-0.9357		0.4618			
suhu	-0.3030		-0.4837		0.4927	0.1420
	-0.7125		0.9496	0.1981		-0.8683
keceraha		0.1914	0.2148	-0.5129	0.1925	0.5486
0.3164	-0.9884		0.2684			
sulfat	-0.2741		-0.4080		0.5113	0.0366
	-0.6010		0.9855	0.0510		-0.7855
TSS	0.3014	0.6544	-0.1055		-0.6798	0.8637
0.9639	-0.2032		-0.9479			
Pb	0.0818	-0.0151		-0.4563	0.4143	0.2343
-0.0222	-0.8793		0.5777			
Hg	0.1582	0.1427	-0.5011		0.2672	0.4534
-0.9658	0.3727				0.2102	
Cd	0.2569	0.3658	-0.5165		0.0177	0.7364
-0.9955	0.0247				0.5388	
Cr	0.2648	0.3850	-0.5146		-0.0066	0.7589
0.5671	-0.9917		-0.0093			

AX4 AX4	SPEC AX1 ENVI AX1	SPEC AX2 ENVI AX2	SPEC AX3 ENVI AX3	SPEC ENVI		
DO	1.0000					
BOD	1.0000	1.0000				
COD	0.9994	0.9994	1.0000			
TDS 1.0000	-0.5610	-0.5603		-0.5319		
NH3-N 0.8996	1.0000	-0.8662	-0.8658	-0.8483		
suhu 1.0000	0.3600	0.3592	0.3273	-0.9743	-0.7780	
keceraha 0.9704	0.9784	-0.7442	-0.7437	1.0000	-0.7206	
sulfat 0.9890	-0.9483	0.4939	0.4932	0.4634	-0.9969	-0.8623
TSS	0.6280	0.6286	0.6547	0.2919	-0.1551	-0.5000
Pb 0.9908	-0.9259	-0.6857	-0.9256	0.9414	-0.7857	0.8321
Hg 0.9952	-0.8131	-0.8358	-0.8127	0.9939	-0.9077	0.9380
Cd 0.8981	-0.5583	-0.9750	-0.5576	0.9696	-0.9971	1.0000

Cr	-0.5298	-0.5291	-0.5000	0.9993
0.8827	-0.9820	0.9608	-0.9991	

DO	BOD	COD	TDS	NH3-N
suhu	keceraha	sulfat		

TSS	1.0000
-----	--------

Pb	-0.2875	1.0000
----	---------	--------

Hg	-0.0576	0.9727	1.0000
----	---------	--------	--------

Cd	0.2951	0.8303	0.9369	1.0000
----	--------	--------	--------	--------

Cr	0.3273	0.8109	0.9245	0.9994	1.0000
----	--------	--------	--------	--------	--------

TSS	Pb	Hg	Cd	Cr
-----	----	----	----	----

N factor	name	(weighted) mean	stand. dev.	inflation
----------	------	-----------------	-------------	-----------

1	SPEC AX1	0.0000	1.0000
---	----------	--------	--------

2	SPEC AX2	0.0000	1.0000
---	----------	--------	--------

3	SPEC AX3	0.0000	1.0000
---	----------	--------	--------

4	SPEC AX4	0.0000	1.0000
---	----------	--------	--------

5	ENVI AX1	0.0000	0.3489
---	----------	--------	--------

6	ENVI AX2	0.0000	0.6789
---	----------	--------	--------

7	ENVI AX3	0.0000	0.5189
---	----------	--------	--------

8	ENVI AX4	0.0000	0.7171
---	----------	--------	--------

1	DO	2.4833	0.3391	827.6800
---	----	--------	--------	----------

2	BOD	21.2667	2.7777	
0.0000				
3	COD	36.0000	4.5724	
827.6800				
4	TDS	237.6667	5.0658	0.0000
5	NH3-N	1.0220	0.2377	
0.0000				
7	suhu	28.8333	0.1247	0.0000
8	keceraha	33.0000	2.0396	
0.0000				
9	sulfat	34.2667	2.8194	0.0000
10	TSS	172.6667	2.4944	0.0000
12	Pb	0.3653	0.0040	0.0000
13	Hg	0.0437	0.0031	0.0000
14	Cd	0.0213	0.0069	0.0000
15	Cr	0.0380	0.0008	0.0000

**** Summary ****

Axes		1	2	3	4
Total variance					
Eigenvalues	:	0.458	0.335	0.112	0.080
1.000					

Species-environment correlations : 0.349 0.679 0.519
0.717

Cumulative percentage variance

of species data : 45.8 79.3 90.5 98.5
of species-environment relation: 19.2 72.2 82.6
96.7

Sum of all eigenvalues
1.000

Sum of all canonical eigenvalues
0.291

[Wed Feb 08 12:47:55 2012] CANOCO call succeeded

3. Uji PCA Minggu ke-3

[Thu Feb 09 12:05:18 2012] Log file created

[Thu Feb 09 12:05:21 2012] Running CANOCO:

[Thu Feb 09 12:05:21 2012] CON file [C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\pca15-21.con] saved

Program CANOCO Version 4.5 February 2002 - written by Cajo J.F. Ter Braak

(C) 1988-2002 Biometris - quantitative methods in the life and earth sciences

Plant Research International, Wageningen University and Research Centre

Box 100, 6700 AC Wageningen, the Netherlands

CANOCO performs (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis,

principal components analysis and redundancy analysis.

CANOCO is an extension of Cornell Ecology program DECORANA (Hill, 1979)

For explanation of the input/output see the manual or

Ter Braak, C.J.F. (1995) Ordination. Chapter 5 in:

Data Analysis in Community and Landscape Ecology

(Jongman, R.H.G., Ter Braak, C.J.F. and Van Tongeren, O.F.R., Eds)

Cambridge University Press, Cambridge, UK, 91-173 pp.

*** Type of analysis ***

Model	Gradient analysis		
	indirect	direct	hybrid
linear	1=PCA	2= RDA	3
unimodal	4= CA	5= CCA	6
„	7=DCA	8=DCCA	9
	10=non-standard analysis		

Type analysis number

Answer = 1

*** Data files ***

Species data : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\15-21

Covariable data :

Environmental data : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\lingk

Initialization file:

Forward selection of envi. variables = 0

Scaling of ordination scores = 2

Diagnostics = 1

File : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\15-21

Title : WCanolmp produced data file

Format : (I5,1X,7F6.2)

No. of couplets of species number and abundance per line : 0

No samples omitted

Number of samples 6

Number of species 7

Number of occurrences 19

File : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\lingk

Title : WCanolmp produced data file

Format : (I5,1X,8F9.3,1(/6X,(8F9.3)))

No. of environmental variables : 15

No interaction terms defined

No transformation of species data

No species-weights specified

No sample-weights specified

Centering/standardization by species = 1

Centering/standardization by samples = 0

No. of active samples: 6

No. of passive samples: 0

No. of active species: 7

Total sum of squares in species data = 325.885

Total standard deviation in species data TAU = 2.78553

**** WARNING

**** Number of envi. and co- variables exceeds number of samples-1

**** Some variables (often, the last ones) will be found collinear

***** Variable 11 has negligible variance *****

***** (possibly after adjustment for covariables) *****

Environmental variable 11 omitted

***** Variable 6 has negligible variance *****

***** (possibly after adjustment for covariables) *****

Environmental variable 6 omitted

***** Collinearity detected when fitting variable 2 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 4 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 5 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 7 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 8 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 9 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 10 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 12 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 13 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 14 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 15 *****

**** Correlation matrix ****

SPEC AX1 1.0000

SPEC AX2 0.0000 1.0000

SPEC AX3 0.0000 0.0000 1.0000

SPEC AX4 0.0000 0.0000 0.0000 1.0000

ENVI AX1	0.5303	0.1020	0.1865	0.7929	1.0000		
ENVI AX2 1.0000	0.0792	0.6827	0.3756	-0.1984		0.1494	
ENVI AX3 1.0000	0.2485	0.6441	0.3981	0.0884	0.4686	0.9435	
ENVI AX4 -0.2320 0.1034 1.0000	0.4916	-0.1584		0.0412	0.8552	0.9272	
DO 0.9408 -0.2398	0.0750	0.6826	0.3745	-0.2050		0.1414	1.0000
BOD 1.0000 0.9405 -0.2406	0.0746	0.6826	0.3744	-0.2057		0.1406	
COD 0.9991 0.9285 -0.2734	0.0567	0.6820	0.3696	-0.2338		0.1070	
TDS -0.5722 -0.8988	-0.4766		-0.3875		-0.3218		
		-0.5676		-0.8083		-0.6692	
NH3-N -0.2372 -0.6171	-0.3272		-0.5941		-0.3918		
		-0.8702		-0.9843		-0.2774	
suhu 0.8194	0.5167	0.2508	0.2607	0.7008	0.9745	0.3675	0.6548
keceraha -0.4019 -0.7665	-0.4064		-0.5117		-0.3689		
		-0.7496		-0.9265		-0.4700	
sulfat 0.7257	0.4935	0.3419	0.3023	0.6206	0.9306	0.5009	0.7593
TSS -0.3614		0.4244	0.1302	-0.7749			-0.6816
	0.6217	0.3271	-0.9061				

Pb	-0.2677 -0.5049	-0.6341 -0.9289	-0.3978 -0.9991	-0.1237 -0.1447
Hg	-0.3665 -0.6912	-0.5583 -0.8178	-0.3831 -0.9623	-0.3165 -0.3701
Cd	-0.4774 -0.9003	-0.3857 -0.5649	-0.3210 -0.8064	-0.5743 -0.6716
Cr	-0.4849 -0.9145	-0.3663 -0.5366	-0.3129 -0.7859	-0.5955 -0.6964

	SPEC AX1 ENVI AX1	SPEC AX2 ENVI AX2	SPEC AX3 ENVI AX3	SPEC ENVI
AX4 AX4				

DO 1.0000

BOD 1.0000 1.0000

COD 0.9994 0.9994 1.0000

TDS -0.5610 -0.5603 -0.5319
1.0000

NH3-N -0.8662 -0.8658 -0.8483
0.8996 1.0000

suhu 0.3600 0.3592 0.3273 -0.9743 -0.7780
1.0000

keceraha -0.7442 -0.7437 -0.7206
0.9704 0.9784 -0.8910 1.0000

sulfat	0.4939	0.4932	0.4634	-0.9969	-0.8623
0.9890	-0.9483		1.0000		
TSS	0.6280	0.6286	0.6547	0.2919	-0.1551
	0.0524	-0.3665			-0.5000
Pb	-0.9259		-0.9256		-0.9122
0.9908	-0.6857		0.9414	-0.7857	0.8321
Hg	-0.8131		-0.8127		-0.7924
0.9952	-0.8358		0.9939	-0.9077	0.9380
Cd	-0.5583		-0.5576		-0.5291
0.8981	-0.9750		0.9696	-0.9971	1.0000
Cr	-0.5298		-0.5291		-0.5000
0.8827	-0.9820		0.9608	-0.9991	0.9993

DO	BOD	COD	TDS	NH3-N
suhu	keceraha	sulfat		

TSS	1.0000			
Pb	-0.2875	1.0000		
Hg	-0.0576	0.9727	1.0000	
Cd	0.2951	0.8303	0.9369	1.0000
Cr	0.3273	0.8109	0.9245	0.9994

TSS	Pb	Hg	Cd	Cr
-----	----	----	----	----

N factor	name	(weighted) mean	stand. dev.	inflation
1	SPEC AX1	0.0000	1.0000	
2	SPEC AX2	0.0000	1.0000	
3	SPEC AX3	0.0000	1.0000	
4	SPEC AX4	0.0000	1.0000	
5	ENVI AX1	0.0000	0.5303	
6	ENVI AX2	0.0000	0.6827	
7	ENVI AX3	0.0000	0.3981	
8	ENVI AX4	0.0000	0.8552	
1	DO	2.4833	0.3391	827.6800
2	BOD	21.2667	2.7777	
0.0000				
3	COD	36.0000	4.5724	
827.6800				
4	TDS	237.6667	5.0658	0.0000
5	NH3-N	1.0220	0.2377	
0.0000				
7	suhu	28.8333	0.1247	0.0000
8	keceraha	33.0000	2.0396	
0.0000				
9	sulfat	34.2667	2.8194	0.0000

10	TSS	172.6667	2.4944	0.0000
12	Pb	0.3653	0.0040	0.0000
13	Hg	0.0437	0.0031	0.0000
14	Cd	0.0213	0.0069	0.0000
15	Cr	0.0380	0.0008	0.0000

**** Summary ****

Axes		1	2	3	4
	Total variance				
Eigenvalues	:	0.742	0.172	0.053	0.024
1.000					
Species-environment correlations	:	0.530	0.683	0.398	
0.855					
Cumulative percentage variance					
of species data	:	74.2	91.4	96.7	99.1
of species-environment relation:			65.6	90.8	93.4
99.0					
Sum of all	eigenvalues				
1.000					
Sum of all canonical	eigenvalues				
0.318					

[Thu Feb 09 12:05:23 2012] CANOCO call succeeded

4. Uji PCA Minggu ke-4

[Wed Feb 08 12:48:50 2012] Log file created

[Wed Feb 08 12:49:21 2012] Settings changed

[Wed Feb 08 12:49:34 2012] CON file [C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\pca22-28.con] saved

[Wed Feb 08 12:49:36 2012] Running CANOCO:

[Wed Feb 08 12:49:36 2012] CON file [C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\pca22-28.con] saved

Program CANOCO Version 4.5 February 2002 - written by Cajo J.F. Ter Braak

(C) 1988-2002 Biometris - quantitative methods in the life and earth sciences

Plant Research International, Wageningen University and Research Centre

Box 100, 6700 AC Wageningen, the Netherlands

CANOCO performs (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis,

principal components analysis and redundancy analysis.

CANOCO is an extension of Cornell Ecology program DECORANA (Hill, 1979)

For explanation of the input/output see the manual or

Ter Braak, C.J.F. (1995) Ordination. Chapter 5 in:

Data Analysis in Community and Landscape Ecology

(Jongman, R.H.G., Ter Braak, C.J.F. and Van Tongeren, O.F.R., Eds)

Cambridge University Press, Cambridge, UK, 91-173 pp.

*** Type of analysis ***

Model	Gradient analysis		
	indirect	direct	hybrid
linear	1=PCA	2= RDA	3
unimodal	4= CA	5= CCA	6
„	7=DCA	8=DCCA	9
	10=non-standard analysis		



Type analysis number

Answer = 1

*** Data files ***

Species data : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\22-28

Covariable data :

Environmental data : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\lingk

Initialization file:

Forward selection of envi. variables = 0

Scaling of ordination scores = 2

Diagnostics = 1

File : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\22-28

Title : WCanolmp produced data file

Format : (I5,1X,7F6.2)

No. of couplets of species number and abundance per line : 0

No samples omitted

Number of samples 6

Number of species 7

Number of occurrences 19

File : C:\Documents and Settings\Eni Suyantri\My Documents\coba eni\lingk

Title : WCanolmp produced data file

Format : (I5,1X,8F9.3,1(/6X,(8F9.3)))

No. of environmental variables : 15

No interaction terms defined

No transformation of species data

No species-weights specified

No sample-weights specified

Centering/standardization by species = 1

Centering/standardization by samples = 0

No. of active samples: 6

No. of passive samples: 0

No. of active species: 7

Total sum of squares in species data = 109.196

Total standard deviation in species data TAU = 1.61242

**** WARNING

**** Number of envi. and co- variables exceeds number of samples-1

**** Some variables (often, the last ones) will be found collinear

***** Variable 11 has negligible variance *****

***** (possibly after adjustment for covariables) *****

Environmental variable 11 omitted

***** Variable 6 has negligible variance *****

***** (possibly after adjustment for covariables) *****

Environmental variable 6 omitted

***** Collinearity detected when fitting variable 2 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 4 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 5 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 7 *****

***** Collinearity detected when fitting variable 8 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 9 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 10 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 12 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 13 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 14 *****
 ***** Collinearity detected when fitting variable 15 *****

**** Correlation matrix ****

SPEC AX1	1.0000					
SPEC AX2	0.0000	1.0000				
SPEC AX3	0.0000	0.0000	1.0000			
SPEC AX4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
ENVI AX1	0.8614	-0.0377		-0.1607		0.0000
1.0000						
ENVI AX2	-0.0877		0.3704	0.8843	0.0000	-0.1018
1.0000						
ENVI AX3	-0.1561		0.3692	0.8872	0.0000	-0.1812
0.9968	1.0000					
ENVI AX4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000					
DO	-0.7854		0.1858	0.5050	0.0000	-0.9117
0.5015	0.5692	0.0000				

BOD	-0.7851	0.1860	0.5056	0.0000	-0.9114		
	0.5022	0.5699	0.0000				
COD	-0.7726	0.1968	0.5300	0.0000	-0.8969		
	0.5313	0.5975	0.0000				
TDS	0.7336	0.1611	0.3205	0.0000	0.8516	0.4348	
	0.3613	0.0000					
NH3-N	0.8571	-0.0008	-0.0730	0.0000		0.0000	
	0.9950	-0.0022	-0.0823	0.0000			
suhu	-0.6129	-0.2321	-0.4987	0.0000		0.0000	
	-0.7115	-0.6266	-0.5622	0.0000			
keceraha	0.8209	0.0758	0.1113	0.0000	0.9529	0.2046	
	0.1255	0.0000					
sulfat	-0.6956	-0.1869	-0.3848	0.0000		0.0000	
	-0.8075	-0.5046	-0.4338	0.0000			
TSS	-0.2178	0.3661	0.8848	0.0000	-0.2528		
	0.9882	0.9973	0.0000				
Pb	0.8609	-0.0510	-0.1921	0.0000	0.9993		
	-0.1376	-0.2165	0.0000				
Hg	0.8446	0.0355	0.0140	0.0000	0.9805	0.0958	0.0157
	0.0000						
Cd	0.7321	0.1622	0.3232	0.0000	0.8498	0.4378	0.3643
	0.0000						
Cr	0.7162	0.1734	0.3511	0.0000	0.8315	0.4680	0.3957
	0.0000						

AX4 AX4	SPEC AX1 ENVI AX1	SPEC AX2 ENVI AX2	SPEC AX3 ENVI AX3	SPEC ENVI
DO	1.0000			
BOD	1.0000	1.0000		
COD	0.9994	0.9994	1.0000	
TDS 1.0000	-0.5610	-0.5603		-0.5319
NH3-N 0.8996	1.0000	-0.8662	-0.8658	-0.8483
suhu 1.0000	0.3600	0.3592	0.3273	-0.9743
keceraha 0.9704	0.9784	-0.7442	-0.7437	-0.7206
sulfat 0.9890	-0.9483	0.4939	0.4634	-0.9969
TSS	0.6280	0.6286	0.6547	0.2919
Pb 0.9908	-0.6857	-0.9259	-0.9256	-0.9122
Hg 0.9952	-0.8358	-0.8131	-0.8127	-0.7924
Cd 0.8981	-0.9750	-0.5583	-0.5576	-0.5291
			0.9696	-0.9971
				1.0000
				-0.5000
				0.8321
				0.9380
				1.0000

Cr	-0.5298	-0.5291	-0.5000	0.9993
0.8827	-0.9820	0.9608	-0.9991	

DO	BOD	COD	TDS	NH3-N
suhu	keceraha	sulfat		

TSS	1.0000
-----	--------

Pb	-0.2875	1.0000
----	---------	--------

Hg	-0.0576	0.9727	1.0000
----	---------	--------	--------

Cd	0.2951	0.8303	0.9369	1.0000
----	--------	--------	--------	--------

Cr	0.3273	0.8109	0.9245	0.9994	1.0000
----	--------	--------	--------	--------	--------

TSS	Pb	Hg	Cd	Cr
-----	----	----	----	----

N	name	(weighted) mean	stand. dev.	inflation
factor				

1	SPEC AX1	0.0000	1.0000
---	----------	--------	--------

2	SPEC AX2	0.0000	1.0000
---	----------	--------	--------

3	SPEC AX3	0.0000	1.0000
---	----------	--------	--------

4	SPEC AX4	0.0000	0.0000
---	----------	--------	--------

5	ENVI AX1	0.0000	0.8614
---	----------	--------	--------

6	ENVI AX2	0.0000	0.3704
---	----------	--------	--------

7	ENVI AX3	0.0000	0.8872	
8	ENVI AX4	0.0000	0.0000	
1	DO	2.4833	0.3391	827.6800
2	BOD	21.2667	2.7777	
0.0000				
3	COD	36.0000	4.5724	
827.6800				
4	TDS	237.6667	5.0658	0.0000
5	NH3-N	1.0220	0.2377	
0.0000				
7	suhu	28.8333	0.1247	0.0000
8	keceraha	33.0000	2.0396	
0.0000				
9	sulfat	34.2667	2.8194	0.0000
10	TSS	172.6667	2.4944	0.0000
12	Pb	0.3653	0.0040	0.0000
13	Hg	0.0437	0.0031	0.0000
14	Cd	0.0213	0.0069	0.0000
15	Cr	0.0380	0.0008	0.0000

**** Summary ****

Axes	1	2	3	4
Total variance				

Eigenvalues : 0.767 0.167 0.065 0.000
1.000

Species-environment correlations : 0.861 0.370 0.887
0.000

Cumulative percentage variance

of species data : 76.7 93.5 100.0 0.0

of species-environment relation: 88.4 92.0 100.0
0.0

Sum of all eigenvalues
1.000

Sum of all canonical eigenvalues
0.644

[Wed Feb 08 12:49:37 2012] CANOCO call succeeded

BIODATA PENULIS

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Wonogiri pada tanggal 6 Maret 1989 dan merupakan bungsu dari empat bersaudara. Penulis memulai pendidikan formal di SD N II Banaran Wonogiri, kemudian melanjutkan pendidikannya di SMP N I Giritontro Wonogiri. Selepas menyelesaikan

pendidikan sekolah menengah pertama penulis melanjutkan pendidikan di SMA Dr. Soetomo Surabaya. Selanjutnya penulis diterima melalui SPMB di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya tahun ajaran 2007. Penulis sempat aktif di Himpunan Mahasiswa Biologi ITS sebagai Bendahara umum dan sebagai staf di Kelompok Studi Burung Liar Pecuk Biologi ITS, serta aktif dalam berbagai kepanitiaan. Penulis pernah mengikuti beberapa pelatihan, diantaranya ESQ, LKMM Pra TD, LKMM TD dan PKTI. Penulis juga pernah menjadi asisten beberapa praktikum, diantaranya Fisiologi Hewan, Ekologi Tumbuhan, Sistematika Hewan, Struktur Hewan dan Struktur Perkembangan Tumbuhan. Penulis merupakan salah satu peserta pelaksana Pengembangan Ekselensi Jurusan Program Hibah Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.