



TUGAS AKHIR - RE 141581

**IMPLEMENTASI METODE KIMIWI DAN
BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY
AVERAGE SCORE PER TAXON DALAM
ANALISIS KUALITAS AIR SALURAN KALIDAMI
DI WILAYAH SURABAYA**

WULAN ESA ANESTIANA
3313100072

Dosen Pembimbing
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes
NIP. 1957060198903202

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - RE 141581

**IMPLEMENTASI METODE KIMIWI DAN
BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY
AVERAGE SCORE PER TAXON DALAM
ANALISIS KUALITAS AIR SALURAN KALIDAMI
DI WILAYAH SURABAYA**

WULAN ESA ANESTIANA
3313100072

Dosen Pembimbing
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes
NIP. 1957060198903202

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT - RE 141581

**IMPLEMENTATION OF CHEMICAL METHOD
AND BIOLOGICAL MONITORING WORKING
PARTY AVERAGE SCORE PER TAXON (BMWP
ASPT) ON WATER QUALITY ANALYSIS IN
KALIDAMI CANAL SURABAYA**

WULAN ESA ANESTIANA
3313100072

SUPERVISOR
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes
NIP. 1957060198903202

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institute Technology of Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI METODE KIMIAWI DAN BMWP ASPT DALAM ANALISIS KUALITAS AIR SALURAN KALIDAMI DI WILAYAH SURABAYA

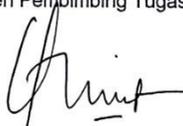
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

WULAN ESA ANESTIANA
NRP 3313100072

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Ir. Atiek Moesriati M. Kes
NIP. 195706021989032002



IMPLEMENTASI METODE KIMIAWI DAN BMWP ASPT DALAM ANALISIS KUALITAS AIR SALURAN KALIDAMI DI WILAYAH SURABAYA

Nama Mahasiswa : Wulan Esa Anestiana
NRP : 3313100072
Departemen : Teknik Lingkungan
Dosen Pembimbing : Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

ABSTRAK

Saluran Kalidami merupakan sungai khusus yang dibuat oleh Pemerintah Kota Surabaya untuk menampung air hujan. Sungai ini mengalir ke arah timur laut Surabaya menuju selat Madura. Saluran yang terletak di jalan Kalidami, Karang Menjangan, Surabaya ini memiliki panjang saluran \pm 4,73 kilometer. Menurut Peraturan Daerah Kota Surabaya No 2 Tahun 2004 Saluran Kalidami merupakan wilayah perairan dengan kualitas air kelas III dengan peruntukkan saluran sebagai pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Banyaknya pemukiman dan wilayah komersil di sekitar Saluran Kalidami menyebabkan air saluran tercemar karena pembuangan limbah ke badan air secara tidak terkontrol. Hal ini menyebabkan kualitas badan air semakin menurun. Oleh karena itu diperlukan pemantauan terhadap kualitas air Saluran Kalidami. Salah satu cara pemantauan yang dapat dilakukan adalah menganalisis kualitas air saluran dengan metode kimiawi dan biomonitoring. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kualitas air Saluran Kalidami berdasarkan analisis biologi, mengidentifikasi kualitas air Saluran Kalidami berdasarkan analisis fisik-kimia, menyesuaikan hasil analisis biologi dengan analisis fisik-kimia dan menentukan langkah pengelolaan air pada Saluran Kalidami.

Dalam penelitian ini digunakan analisis biologi untuk memantau kualitas air Saluran Kalidami. Hasil analisis ini akan disesuaikan dengan hasil analisis fisik maupun kimia.

Pengukuran parameter fisika dan kimia hanya dapat menggambarkan kualitas lingkungan pada waktu tertentu. Metode biologi yang digunakan adalah *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon* sedangkan metode kimia menggunakan metode Lisec Score dengan menganalisis amonium, fosfat, BOD dan DO dengan parameter tambahan berupa suhu, pH dan kekeruhan.

Hasil dari penelitian ini adalah untuk metode kimiawi Saluran Kalidami berada pada tingkatan sangat tercemar. Untuk metode biologi berada pada tingkatan tercemar agak berat. Hasil perhitungan korelasi tiap titik antara dua metode menyatakan hasil tidak saling berkorelasi secara langsung.

Kata kunci: Biomonitoring, BMWP ASPT, Kalidami, Kimiawi, Kualitas air

IMPLEMENTATION CHEMICAL METHOD AND BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY AVERAGE SCORE PER TAXON (BMWP ASPT) ON WATER QUALITY ANALYSIS IN KALIDAMI CANAL SURABAYA

Name of Student : Wulan Esa Anestiana
NRP : 3313100072
Student Programme : Environmental Engineering
Supervisor : Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

ABSTRACT

Kalidami Canal is a special canal established by the Surabaya City Government to intercept and retain rain water. This canal flows towards the northeast of Surabaya to the Madura Strait. This canal is located in Kalidami road, Karang Menjangan, Surabaya. The length of this canal is about 4,73 kilometers. According to the Surabaya District Regulation No. 2 of 2004 the Kalidami Canal is a water territory with class III water quality with the designation of the canal as the cultivation of freshwater fish, livestock and irrigating crops, and / or other designation which require the same water quality with such usefulness. The settlements and commercial areas around the Kalidami Canal caused the contaminated of the water due to uncontrolled waste disposal to water bodies. This causes the quality of water decreases. Therefore, it is necessary to monitor the water quality of Kalidami Canal. One way of monitoring that can be done is to analyze the quality of canal's water with chemical and biomonitoring methods. The purpose of this study was to identify the water quality of Kalidami Canals based on biological analysis, to identify the water quality of Kalidami canals based on physical-chemical analysis, to adjust the results of biological analysis with physical-chemical analysis and to determine the water management steps in the Kalidami Canal.

This study used biological analysis to monitor the Kalidami Canal's water quality. The results of this analysis will be adjusted to the results of physical and chemical analysis.

Measurement of physical and chemical parameters can only describe the quality of the environment at particular time. Biological methods used is Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon while for Chemical methods using Lisec Score method by analyzing amonium, phosphate, BOD and DO with additional parameters such as temperature, pH and turbidity.

The results of this research for the Kalidami canal chemical method to be on a highly polluted level. For biological methods to be at rather heavily polluted level. The result of calculating the correlation of each point between the two methods states the results are not directly correlated directly.

Keyword(s): Biomonitoring, BMWP ASPT, Chemical, Kalidami, Water Quality

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas segala karunia dan ridho-Nya dan juga utusan-Nya, yaitu Rasulullah SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Implementasi Metode Kimiawi dan Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon dalam Analisis Kualitas Air Saluran Kalidami di Wilayah Surabaya”. Penulis juga ingi mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat yang diberikan kepada saya.
2. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil dan selalu memberikan semangat kepada saya.
3. Ibu Ir. Atiek Moesriati M.Kes, selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan ilmu yang bermanfaat serta telah meluangkan waktunya guna membimbing, memberi pengarahan, dan masukan dengan sabar kepada saya.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem M.Sc, Bapak Ir. Mas Agus Mardysnto M.E., PhD, Ibu Harmin Sulistiyaning Titah S.T., M.T., PhD selaku dosen pengarah yang telah memberikan banyak sekali ilmu yang bermanfaat dan masukan-masukan yang sangat membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Ibu dan bapak laboran yang sudah memfasilitasi selama penelitian di Laboratorium Teknik Lingkungan.
6. Teman-teman Teknik Lingkungan 2013, terima kasih atas segala bantuan dan semangat yang diberikan.

Terimakasih juga untuk semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan tugas akhir ini secara langsung maupun tidak langsung. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Surabaya, 27 Juli 2017

Penulis

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pencemaran Sungai.....	5
2.2 Kualitas Air Sungai.....	6
2.3 Makroinvertebrata Sebagai Monitor Kualitas Air	7
2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keberadaan Makroinvertebrata Bentos.....	15
2.5 Metode Biomonitoring	17
2.6 Metode Analisis Kualitas Air dengan Makroinvertebrata	18
2.7 Metode Kimiawi.....	20
2.8 Time Series	22
2.9 Kelebihan dan Kekurangan Metode Kimia dan Biologi	23
2.10 Penelitian Sebelumnya.....	23
BAB 3 METODE PENELITIAN	25
3.1 Umum.....	25

3.2 Wilayah Studi.....	25
3.3 Kerangka Penelitian.....	26
3.4 Tahap-tahap Penelitian.....	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Kondisi Sekitar Sungai pada Tiap Titik Sampling	39
4.2 Titik Sampling	39
4.3 Data Hasil Penelitian.....	42
4.5 Perhitungan Metode BMWP ASPT	60
4.6 Kesesuaian Kualitas Air	66
BAB 5 PENUTUP	73
5.1 kesimpulan.....	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	79

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 3.1 WILAYAH STUDI PENELITIAN.....	25
GAMBAR 3.2 KERANGKA PENELITIAN.....	29
GAMBAR 3.3 PETA LOKASI PENGAMBILAN SAMPEL	32
GAMBAR 4.1 LOKASI SAMPLING TITIK 1	39
GAMBAR 4.2 LOKASI SAMPLING TITIK DUA	40
GAMBAR 4.3 LOKASI SAMPLING TITIK TIGA	40
GAMBAR 4.4 LOKASI SAMPLING TITIK 4	41
GAMBAR 4.5 LOKASI SAMPLING TITIK 5	41
GAMBAR 4.6 NILAI PH PADA SETIAP TITIK SAMPLING	43
GAMBAR 4.7 NILAI SUHU PADA SETIAP TITIK SAMPLING	43
GAMBAR 4.8 NILAI KEKERUHAN PADA SETIAP TITIK SAMPLING	44
GAMBAR 4.9 NILAI DO PADA SETIAP TITIK SAMPLING DALAM 4 MINGGU.....	45
GAMBAR 4.10 NILAI BOD PADA SETIAP TITIK SAMPLING	47
GAMBAR 4.11 NILAI AMONIUM PADA SETIAP TITIK SAMPLING DALAM 4 MINGGU. 48	
GAMBAR 4.12 NILAI FOSFAT PADA SETIAP TITIK SAMPLING.	50

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1 KLASIFIKASI DAN KARAKTERISTIK MAKROINVERTEBRATA.....	10
TABEL 2.2 INDEX BIOTIK METODE BMWP ASPT	19
TABEL 2.3 KLASISIFIKASI DATA UNTUK METODE LISEC SCORE	21
TABEL 2.4 INTERPRETASI LISEC SCORE	21
TABEL 2.5 KLASIFIKASI DATA UNTUK METODE DUTCH SCORE	22
TABEL 2.6 INTERPRETASI DUTCH SCORE	22
TABEL 2.7 KELEBIHAN METODE KIMIA DAN BIOLOGI	23
TABEL 2.8 KEKURANGAN METODE KIMIA DAN BIOLOGI	23
TABEL 3.1 INDEX BIOTIK METODE BMWP ASTP	33
TABEL 3.2 KLASIFIKASI DATA UNTUK METODE LISEC SCORE.....	35
TABEL 3.3 INTERPRETASI LISEC SCORE	35
TABEL 3.4 INTERPRETASI KEKUATAN KORELASI.....	36
TABEL 4.1 DATA HASIL SAMPLING MAKROINVERTEBRATA PADA HARI PERTAMA	51
TABEL 4.2 DATA HASIL SAMPLING MAKROINVERTEBRATA PADA HARI KEDUA...	51
TABEL 4.3 DATA HASIL SAMPLING MAKROINVERTEBRATA PADA HARI KETIGA ..	52
TABEL 4.4 DATA HASIL SAMPLING MAKROINVERTEBRATA PADA HARI KEEMPAT	53
TABEL 4.5 JENIS MAKROINVERTEBRATA SALURAN KALIDAMI.....	54
TABEL 4.6 KONSENTRASI DO SATURASI	56
TABEL 4.7 HASIL PERHITUNGAN % DO SATURASI.....	57
TABEL 4.6 KUALITAS AIR SALURAN KALIDAMI PADA HARI PERTAMA	58
TABEL 4.7 KUALITAS AIR SALURAN KALIDAMI PADA HARI KEDUA	58
TABEL 4.8 KUALITAS AIR SALURAN KALIDAMI PADA HARI KETIGA	58
TABEL 4.9 KUALITAS AIR SALURAN KALIDAMI PADA HARI KEEMPAT	59
TABEL 4.10 HASIL INTEPRETASI METODE LISEC SCORE	59
TABEL 4.11 DATA AMONIUM DLH	59
TABEL 4.13 DATA % DO SATURASI DLH	60
TABEL 4.15 HASIL INPRETASI METODE LISEC SCORE.....	60
TABEL 4.16 HASIL ANALISIS DENGAN METODE BMWP ASPT PADA HARI PERTAMA	61
TABEL 4.17 HASIL ANALISIS DENGAN METODE BMWP ASPT PADA HARI KEDUA	62
TABEL 4.18 HASIL ANALISIS DENGAN METODE BMWP ASPT PADA HARI KETIGA	63
TABEL 4.19 HASIL ANALISIS DENGAN METODE BMWP ASPT PADA HARI KEEMPAT	64
TABEL 4.20 SKOR BMWP ASPT	66
TABEL 4.21 HASIL INTEPRETASI METODE BMWP-ASPT	66
TABEL 4.22 NILAI KORELASI METODE LISEC SCORE DAN BMWP ASPT PADA TITIK 1	67
TABEL 4.23 NILAI KORELASI METODE LISEC SCORE DAN BMWP ASPT PADA TITIK 2	67

TABEL 4.24 NILAI KORELASI METODE LISEC SCORE DAN BMWP ASPT PADA TITIK 3.....	67
TABEL 4.25 NILAI KORELASI METODE LISEC SCORE DAN BMWP ASPT PADA TITIK 4.....	68
TABEL 4.26 NILAI KORELASI METODE LISEC SCORE DAN BMWP ASPT PADA TITIK 5.....	68

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saluran Kalidami merupakan sungai khusus yang dibuat oleh Pemerintah Kota Surabaya untuk menampung air hujan. Sungai ini mengalir ke arah timur laut Surabaya menuju selat Madura. Sungai yang terletak di jalan Kalidami, Karang Menjangan hingga jalan Kalisari Damen, Mulyorejo Surabaya ini memiliki panjang sungai primer $\pm 4,73$ kilometer. Menurut Peraturan Daerah Kota Surabaya No 2 Tahun 2004 Saluran Kalidami merupakan wilayah perairan dengan kualitas air kelas III dengan peruntukkan sungai sebagai pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No 61 Tahun 2010 kelas air pada air Sungai dapat ditingkatkan peruntukkannya dengan menggunakan teknologi yang sesuai standar/baku mutu.

Sepanjang Saluran Kalidami banyak berdiri bangunan pemukiman, pendidikan dan komersial. Banyaknya permukiman, pendidikan dan komersial di sekitar Saluran Kalidami menyebabkan air sungai tercemar. Dikarena pembuangan limbah ke badan saluran secara tidak terkontrol akibat ulah masyarakat yang masih membuang limbah secara langsung ke saluran. Hal ini menyebabkan kualitas badan air semakin menurun. Oleh karena itu diperlukan pemantauan terhadap kualitas air Saluran Kalidami. Berdasarkan pengamatan langsung pada air di Saluran Kalidami, perubahan fisik saluran yang terjadi antara lain adalah warna air saluran yang tidak jernih, bau yang tidak sedap dan pemandangan saluran yang tidak layak.

Pemantauan terhadap kualitas air saluran dapat dilakukan dengan beberapa analisis. Diantaranya adalah analisis fisika, kimia, biologi. Pemantauan juga dapat dilakukan dengan mengombinasikan analisis-analisis tersebut. Analisis untuk kualitas air sudah banyak dilakukan. Namun umumnya hanya berdasarkan pengujian analisis fisik-kimia seperti pH, oksigen terlarut, kesadahan, bahan-bahan kimia terlarut, nutrisi dan bahan organik. Sedangkan untuk analisis secara biologi masih

sangat kurang. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini akan digunakan analisis biologi untuk memantau kualitas air Saluran Kalidami. Hasil analisis ini akan dibandingkan dengan hasil analisis fisik maupun kimia.

Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode fisik-kimia dan metode biologi karena untuk mengetahui keakurasian kedua metode tersebut dan menyesuaikan hasil yang didapat agar dapat ditentukan langkah pengelolaan air Saluran Kalidami. Pengukuran parameter fisika dan kimia hanya dapat menggambarkan kualitas lingkungan pada waktu tertentu. Indikator biologi dapat memantau secara kontinyu dan merupakan petunjuk yang mudah untuk memantau terjadinya pencemaran. Keberadaan organisme perairan dapat digunakan sebagai indikator terhadap pencemaran air selain indikator kimia dan fisika (Y Utomo et al, 2013). Menurut Silalahi (2010) keanekaragaman spesies dapat dijadikan sebagai indikator kualitas air. Suatu komunitas dikatakan memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi bila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu masing-masing spesies relatif merata. Bila suatu komunitas hanya terdiri dari sedikit spesies dengan jumlah individu yang tidak merata maka komunitas tersebut mempunyai keanekaragaman yang rendah dan itu menjadi indikasi bahwa suatu perairan telah tercemar.

Nilai pendekatan terhadap besarnya penurunan kualitas perairan pada stasiun dan sepanjang lokasi pembuangan limbah dinyatakan dalam suatu saprobitas kualitas perairan. Saprobitas kualitas perairan (*water quality*) disusun berdasarkan perubahan parameter fisika dan kimia yang diduga merupakan parameter penentu terhadap perubahan kondisi perairan. Parameter fisika kimia menggambarkan perubahan lingkungan pada saat tertentu (temporer) sehingga untuk perairan dinamis kurang memberikan gambaran sesungguhnya.

Pemantauan dengan metode biologi dapat menggunakan metode biomonitoring. Metode biomonitoring yang digunakan adalah *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon* (BMWP ASPT). BMWP ASPT adalah ekspresi numerik yang mengklasifikasikan kualitas air berdasarkan kepekaan

ekologis taksa dari keberadaan dan keanekaragaman taksa tersebut (Zeybek et al, 2014). Metode biomonitoring digunakan untuk penelitian karena metode ini cepat, murah, peralatan yang digunakan lebih sederhana dan mudah dalam pengambilan sampel. Masyarakat umum juga dapat berpartisipasi untuk memantau kebersihan saluran dan lingkungan di sekitar saluran. Sehingga penentuan kualitas air menggunakan makroinvertebrata dapat dilakukan sebagai solusi permasalahan kualitas air bersih.

Pada penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh Grahari pada tahun 2015 yaitu Kesesuaian Pemeriksaan Kualitas Air Metode Kimiawi Dengan Metode *Extended Trent Biotik Index (ETBI)* Terhadap Air Sungai Kaliwonokromo Surabaya. Metode fisik-kimia menggunakan parameter pH, suhu, kekeruhan, BOD, DO, dan amonium. Sedangkan untuk metode biologi menggunakan metode *Extended Trent Biotik Index (ETBI)*. Hasil penelitian yang dilakukan Grahari (2015) yaitu menunjukkan tingkatan tercemar sedang hingga tercemar berat untuk metode fisik-kimia dan tidak tercemar hingga tercemar sedang untuk metode biologi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil kualitas air Saluran Kalidami dengan menggunakan metode biologi?
2. Bagaimana hasil kualitas air Saluran Kalidami dengan menggunakan metode fisik-kimia?
3. Bagaimana kesesuaian antara hasil analisis fisik-kimia dengan analisis biologi terhadap kualitas air pada Saluran Kalidami?
4. Bagaimana langkah pengelolaan air pada Saluran Kalidami?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi kualitas air Saluran Kalidami berdasarkan analisis biologi
2. Mengidentifikasi kualitas air Saluran Kalidami berdasarkan analisis fisik-kimia

3. Menyesuaikan hasil analisis biologi dengan analisis fisik-kimia.
4. Menentukan langkah pengelolaan air pada Saluran Kalidami

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi dan masukan kepada Pemerintah Kota Surabaya mengenai kondisi air Saluran Kalidami dengan menggunakan metode biomonitoring.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini diantaranya adalah:

1. Lokasi penelitian dan sampel air sungai yang akan diteliti berasal dari sepanjang Saluran Kalidami
2. Analisis kualitas air Saluran Kalidami dengan metode biomonitoring dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITS Surabaya
3. Variabel dan parameter pada penelitian ini:
 - a. Segmen sungai
 - b. Titik sampling secara acak
 - c. BOD
 - d. DO
 - e. pH
 - f. amonium
 - g. suhu
 - h. kekeruhan
 - i. fosfat
4. Metode penelitian yang digunakan adalah metode biomonitoring dengan indeks biologi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Sungai

Sungai mempunyai kapasitas tertentu dan dapat berubah akibat aktivitas alami maupun buatan manusia. Aktivitas yang dapat merubah kapasitas sungai diantaranya adalah pengendapan lumpur akibat erosi, pertambangan, pembukaan lahan dan aktivitas lainnya. Perbuatan manusia yang dapat merusak sungai salah satunya adalah mencemari sungai dengan membuang limbah hasil industri tanpa diolah, pembuangan limbah organik ke dalam sungai dan membangun pemukiman di bantaran sungai.

Permasalahan yang terjadi di sungai erat kaitannya dengan pertumbuhan penduduk, industri dan perekonomian masyarakat yang akan meningkatkan limbah domestik maupun kimia yang dihasilkan sehingga terjadi pencemaran. Pencemaran tersebut dapat mengakibatkan perubahan besar terhadap lingkungan. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai peruntukannya. Pencemaran air terjadi ketika energi dari bahan-bahan yang dirilis menurunkan kualitas air untuk pengguna lain. Polusi air mencakup semua bahan limbah yang tidak dapat diurai secara alami oleh air (Dini, 2011).

Pencemaran air sungai sangat berisiko untuk kelangsungan makhluk hidup yang berada di sekitar sungai karena dapat merusak ekosistem sungai. Ekosistem merupakan suatu sistem ekologi yang terdiri atas komponen-komponen abiotik dan biotik yang saling berintegrasi sehingga membentuk satu kesatuan. Di dalam ekosistem perairan sungai terdapat faktor-faktor abiotik dan biotik (produsen, konsumen dan pengurai) yang membentuk suatu hubungan timbal balik dan saling mempengaruhi (Dini, 2011). Banyaknya bahan pencemar yang dibuang ke sungai dapat memberikan pengaruh terhadap

organisme sungai yaitu dapat membunuh maupun menunjang perkembangan organisme sungai tersebut.

2.2 Kualitas Air Sungai

Kualitas air adalah kondisi air yang diukur dan diuji berdasarkan parameter-parameter dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku (Grahari, 2015). Status kualitas air adalah tingkat kondisi kualitas air yang menunjukkan kondisi tercemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan (Maruru, 2012). Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No 61 Tahun 2010 Status mutu pada sungai dinyatakan kondisi baik apabila mutu air memenuhi baku mutu air dan dinyatakan kondisi cemar apabila mutu air tidak memenuhi baku mutu air. Kualitas air di Indonesia diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Berdasarkan PP tersebut, kualitas air dibagi menjadi empat kelas, yaitu:

1. Kelas I, air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas II, air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan dan mengairi tanaman, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas III, air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan dan mengairi tanaman, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas IV, air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk mengairi tanaman, dan/atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kualitas air sungai dapat ditentukan dengan penelitian menggunakan parameter fisik, kimia dan biologi. Pemantauan terhadap kualitas air sungai sangat dibutuhkan untuk mengetahui seberapa besar tingkat pencemaran air yang terjadi dan sebagai bahan evaluasi dalam pengendalian kualitas perairan. Menurut Mariantika dkk (2014) kualitas air perlu selalu dipantau, terlebih dengan meninjau parameter fisikokimia dan biologi suatu ekosistem perairan. Salah satu parameter biologi yang dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas air adalah makroinvertebrata bentos, karena dapat memberikan gambaran mengenai kondisi fisik, kimia dan biologi suatu perairan.

2.3 Makroinvertebrata Sebagai Monitor Kualitas Air

Pemantauan kualitas air dapat menggunakan indikator biologi dengan metode biomonitoring. Indikator biologi yang paling baik digunakan adalah makroinvertebrata, karena adanya faktor preferensi habitatnya dan juga mobilitasnya yang relatif rendah menyebabkan makhluk hidup ini dapat digunakan sebagai makhluk hidup yang keberadaannya sangat dipengaruhi secara langsung oleh semua bahan yang masuk ke dalam lingkungan lahan perairan (Dwitawati dkk, 2015).

Komponen biotik dapat memberikan gambaran mengenai kondisi fisik, kimia dan biologi suatu perairan. Salah satu biota yang dapat digunakan sebagai parameter biologi dalam menentukan kondisi suatu perairan adalah makrozoobentos (Sinaga, 2009). Sinaga (2009) juga mengatakan bahwa bentos sering digunakan sebagai indikator atau petunjuk kualitas air. Suatu perairan yang sehat (belum tercemar) akan menunjukkan jumlah individu yang seimbang dari hampir semua spesies yang ada. Sebaliknya suatu perairan tercemar, penyebaran jumlah individu tidak merata dan cenderung ada spesies yang mendominasi.

2.3.1 Makroinvertebrata

Makroinvertebrata (bentos) adalah hewan yang tidak bertulang belakang yang hidup di dasar laut atau sungai baik yang menempel pada pasir maupun lumpur (Widiyanto dkk, 2016). Menurut Rahmawati dkk (2015) makroinvertebrata bentos merupakan organisme dasar perairan yang relatif tidak mudah

bermigrasi dan memiliki kepekaan tinggi akibat pencemaran perairan, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai kondisi fisik, kimia dan biologi suatu perairan. Makroinvertebrata air merupakan komponen biotik pada ekosistem perairan yang dapat memberikan gambaran mengenai kondisi fisik, kimia dan biologi suatu perairan, sehingga digunakan sebagai indikator kualitas air sungai (Rahayu, 2009). Selain itu, makroinvertebrata air memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya, sehingga akan mempengaruhi komposisi dan kelimpahannya,
2. Ditemukan hampir di semua perairan,
3. Jenisnya cukup banyak dan memberikan respon yang berbeda akibat gangguan yang berbeda,
4. Pergerakannya terbatas, sehingga dapat sebagai penunjuk keadaan lingkungan setempat,
5. Tubuhnya dapat mengakumulasi racun, sehingga dapat sebagai petunjuk pencemaran,
6. Mudah dikumpulkan dan diidentifikasi paling tidak sampai tingkat famili,
7. Pengambilan contoh mudah dilakukan, karena memerlukan peralatan sederhana, murah dan tidak berpengaruh terhadap makhluk hidup lainnya.

Makrozoobentos sudah banyak digunakan di berbagai negara sebagai parameter biologi untuk memantau pencemaran air. Hewan ini terdapat di hampir seluruh badan sungai mulai dari hulu hingga ke hilir. Keberadaan makrozoobentos yang hidupnya menetap dalam waktu lama dapat digunakan untuk menduga status kualitas air sungai. Penggunaan makrozoobentos sebagai penduga kualitas air dapat digunakan untuk kepentingan pendugaan pencemaran baik yang berasal dari *point source pollution* maupun *diffuse source pollution* (Grahari, 2015).

2.3.2 Siklus Hidup Makroinvertebrata

Kebanyakan makroinvertebrata mempunyai siklus hidup kurang dari setahun hingga satu tahun yang membuat mereka merupakan bahan studi yang sangat cocok untuk mengevaluasi

kondisi badan air dalam jangnan waktu yang relatif singkat. Siklus hidup makroinvertebrata adalah proses kehidupan makroinvertebrata dari bentuk telur hingga menjadi hewan dewasa (US EPA, 2011).

2.3.3 Klasifikasi Makroinvertebrata

Bentos adalah organisme yang hidupnya di dasar perairan yang dapat dibedakan menjadi dua golongan, yaitu fitobentos dan hewan bentos. Berdasarkan ukuran hewan bentos dapat dibagi menjadi 4 jenis, yaitu: *megalobenthos* (>4,7 mm); *makrobentos* (1,4 - 4,7 mm); *meiobentos* (0,5 – 1,3 mm) dan *mikrobentos* (0,15 – 0,5 mm). Sedangkan berdasarkan tempat hidupnya hewan makrobentos dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu epifauna, yang hidupnya di lapisan atas dasar perairan dan infauna, yang hidupnya di dalam dasar perairan (Grahari, 2015)

Hewan makroinvertebrata untuk indikator biologi pencemaran organik dibagi atas:

- Indikator air bersih: *Ephemera*, *Ecdyonurus*, *Leuctra*, *Nemurella* dan *Perla*.
- Indikator pencemaran ringan: *Amphinemura*, *Ephemerella*, *Ceanis*, *Gammarus*, *Beatis*, *Valvata*, *Bhytynia*, *Hydropsyche*, *Limnodrius*, *Rhyacophyla* dan *Sericotoma*.
- Indikator pencemaran sedang: *Asellus*, *Sialis*, *Limnease*, *Physa* dan *Sphaerium*.
- Indikator pencemaran berat: *Nais*, *Chironomous*, *Tubifex* dan *Eristalis*.

Klasifikasi dan karakteristik tiap makroinvertebrata dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Klasifikasi dan Karakteristik Makroinvertebrata

Makroinvertebrata	Klasifikasi	Karakteristik	Gambar
<p><i>Nassidae</i></p>	<p>Filum: <i>Mollusca</i> kelas: <i>Gastropoda</i></p>	<p>ciri-ciri: berukuran kecil, kerang bulat dengan puncak menara tinggi, takik berbentuk pipa.</p>	
		<p>Ukuran hingga 12 mm.</p>	
		<p>Habitat: air dangkal, substrat berpasir atau berlumpur. Tingkah laku: melekat.</p>	
		<p>Cara makan: herbivora</p>	
<p><i>Lymnaeidae</i></p>	<p>Filum: <i>Mollusca</i> kelas: <i>Gastropoda</i></p>	<p>Ciri-ciri: cangkang licin dengan lingkaran badan yang lebar, daging kaki lebar, tentakel berbentuk segitiga</p>	
		<p>Ukuran: hingga 20 mm</p>	
		<p>Habitat: dedaunan pada aliran tenang</p>	

Makroinvertebrata	Klasifikasi	Karakteristik	Gambar
		Tingkah laku: melekat Cara makan: he bivora	
<i>Planorbidae</i>	Filum: <i>Mollusca</i> kelas: <i>Gastropoda</i>	Ciri-ciri: cangkang <i>planispiral</i> tanpa operculum, cangkang oval tanpa <i>prominent</i>	
		Ukuran: hingga 15 mm	
		Habitat: dedaunan pada aliran tenang	
		Tingkah laku: berenang	
		Cara makan: herbivora	
<i>Margaritiferidae</i>	Filum: <i>Mollusca</i> kelas: <i>Bivalvia</i>	Margaritifera adalah genus kerang air tawar, kerang air tawar kerang di keluarga Margaritiferidae, kerang mutiara air tawar.	

Makroinvertebrata	Klasifikasi	Karakteristik	Gambar
<i>Pleurocera</i>	Filum: <i>Mollusca</i> kelas: <i>Gastropoda</i>	Ciri-ciri: kerang bermotif tinggi berdinding tebal, dan beberapa mencapai panjang lebih dari 4 cm. Bentuk cangkangnya berbentuk memanjang-kerucut atau silindris.	
<i>Thiaridae</i>	Filum: <i>Mollusca</i> kelas: <i>Gastropoda</i>	Ciri-ciri: bercangkang tinggi dan tebal Siput ini adalah penghuni air tawar dari daerah beriklim sedang dan hangat.	
<i>Tubificidae</i>	Filum: <i>Annelida</i> kelas: <i>Oligochaeta</i>	Ciri-ciri: warna tubuh merah kecoklatan, mempunyai dinding tubuh yang cukup tebal terdiri dari 2 lapis otot yang membujur	

Makroinvertebrata	Klasifikasi	Karakteristik	Gambar
		<p>dan melingkar sepanjang tubuhnya</p> <p>Ukuran: panjang tubuh 10-20 mm, yang terdiri dari 30-60 segmen.</p>	
<i>Amnicolidae</i>	<p>Filum: <i>Mollusca</i> kelas: <i>Gastropoda</i></p>	<p>Ciri-ciri: bertubuh bertubuh bulat kecil melingkar Habitat: perairan dangkal yang berlumpur</p>	
<i>sphariidae</i>	<p>Filum: <i>Mollusca</i> kelas: <i>Bivalvia</i></p>	<p>Ciri-ciri: kerang kecil yang hidup di air tawar. Sering disebut kerang kuku</p>	

Makroinvertebrata	Klasifikasi	Karakteristik	Gambar
<i>ostreidae</i>	Filum: <i>Mollusca</i> kelas: <i>Bivalvia</i>	Ciri-ciri: berbentuk bulat dan pipih. cangkang memiliki bekas luka khas yang menandai titik keterikatannya. Cangkangnya cenderung tidak beraturan akibat melekat pada substrat.	
<i>Viviparidae</i>		Hidup di iklim sedang dan tropis. Di air sungai dangkal. Berbentuk bulat dan mengecil keatas	
<i>Ancilidae</i>	Filum: <i>Mollusca</i> kelas: <i>Gastropoda</i>	Hidup di perairan tawar yang dangkal. Siput kecil bercangkang lebar. Bentuk cangkang seperti	

Makroinvertebrata	Klasifikasi	Karakteristik	Gambar
		kerang	

Sumber: Berbagai Sumber

2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keberadaan Makroinvertebrata Bentos

Keberadaan makroinvertebrata air sangat dipengaruhi oleh faktor fisik-kimia dari perairan seperti cahaya matahari, arus aliran, oksigen terlarut, BOD, pH, suhu, amonium, fosfat dan kekeruhan.

2.4.1 Kecepatan Arus

Kecepatan arus berpengaruh terhadap keanekaragaman makroinvertebrata air. Kecepatan arus yang besar dapat menghilangkan keberadaan makroinvertebrata dan habitatnya sehingga hanya makroinvertebrata tertentu yang dapat tinggal dan bertahan dalam arus aliran yang kuat (Peni, 2006).

2.4.2 Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Suhu akan mempengaruhi banyak sedikitnya makrozoobentos pada suatu habitat. Pengaruh suhu terhadap makrozoobentos sebesar 0,98 atau 98% (septiani *et, al*, 2014)

2.4.3 pH

Derajat keasaman (pH) dapat menjadi faktor penentu kehidupan organisme air sehingga pH air dapat dijadikan indikator dalam menentukan keanekaragaman mikroorganisme. Organisme dapat hidup dengan pH netral yaitu sekitar 7-7,5. Menurut Grahari (2015), sebagian besar organisme air peka terhadap perubahan pH. Apabila nilai pH berkisar antara 6-6,5

keanekaragaman plankton dan hewan makrobentos akan menurun.

2.4.4 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut merupakan parameter penting dalam menentukan keanekaragaman makroinvertebrata perairan. Oksigen adalah hal yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup dalam air. Kandungan oksigen terlarut dalam air minimal adalah 2 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (Salmin, 2005). Menurut Simanjuntak (2009) menurunnya kadar oksigen terlarut disebabkan oleh pelepasan oksigen ke udara, aliran air tanah ke dalam perairan, adanya zat besi, reduksi yang disebabkan oleh desakan gas lainnya dalam air, respirasi biota dan dekomposisi dari bahan organik.

Sedangkan DO saturasi adalah jumlah oksigen terlarut yang dapat ditahan air bergantung pada suhu dan salinitas air. DO saturasi ini dipengaruhi oleh suhu maupun kekeruhan serta kadar salinitas air.

2.4.5 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Menurut Salmin (2005) kebutuhan oksigen biologi didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh suatu organisme pada saat pemecahan bahan organik. Parameter BOD sangat penting untuk menentukan kualitas air suatu perairan. Salmin (2005) juga menyebutkan bahwa penentuan BOD merupakan suatu prosedur *bioassay* yang menyangkut pengukuran banyaknya oksigen yang digunakan oleh organisme selama menguraikan bahan organik yang ada dalam suatu perairan.

Dalam studi kualitas air, parameter BOD sangat penting karena parameter ini merupakan salah satu indikator pencemaran air. Air yang tercemar biasanya mempunyai kadar BOD yang tinggi. BOD merupakan indikator penting untuk mengetahui banyaknya zat organik yang terkandung di dalam air (Grahari, 2015)

2.4.6 Nilai Permanganat

Nilai permanganat adalah jumlah miligram kalium permanganat yang dibutuhkan untuk mengoksidasi organik

dalam 1000 mL air pada kondisi mendidih. Nilai permanganat sangat dibutuhkan dalam analisis BOD karena nilai permanganat menentukan angka pengenceran yang akan digunakan dalam analisis BOD. Semakin tinggi nilai permanganat maka nilai BOD yang dihasilkan juga akan semakin besar.

2.4.7 Kekeruhan

Tingkat kekeruhan suatu perairan sangat menentukan kualitas dan keanekaragaman dari mikroorganismenya. Apabila kondisi air sungai semakin keruh maka cahaya matahari yang masuk pun akan berkurang sehingga dapat menurunkan proses fotosintesis oleh tumbuhan air. Hal ini menyebabkan berkurangnya ketersediaannya suplai oksigen yang dibutuhkan oleh makroinvertebrata.

2.4.8 Amonium

Amonium merupakan bentuk unsur nitrogen yang terdapat di air. Amonium berfungsi sebagai hara atau pupuk untuk tanaman air. Kandungan amonium yang tinggi akan meningkatkan pertumbuhan dan aktifitas tumbuhan air sehingga kandungan oksigen dalam air akan berkurang dan menyebabkan hewan air sulit berkembang (Rahayu, dkk, 2009).

2.4.9 Fosfat

Fosfat merupakan salah satu bentuk *phosphorus* yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan serta sangat memengaruhi produktivitas perairan (Tuahatu dkk, 2015). Fosfat merupakan elemen terpenting dalam aktivitas biologi perairan. kadar fosfat di perairan yang subur berkisar antara 1,62-3,23 ug.at/l atau setara dengan 0,051-0,1 mg/l. Tinggi rendahnya kadar fosfat di suatu perairan adalah salah satu indikator untuk menentukan kesuburan suatu perairan (Patty, 2013).

2.5 Metode Biomonitoring

Biomonitoring meliputi analisis terhadap bioakumulasi, biotoksitas dan biomarker (Zhou, et al. 2008). Secara umum istilah biomonitoring dipakai sebagai alat atau cara yang penting dan merupakan metode baru untuk menilai suatu dampak pencemaran lingkungan (Mukono, 2006). Menurut Giasi (2015)

keberadaan biota-biota yang ada di perairan sungai dapat menentukan kualitas perairan itu baik atau tidak. Data biologi lebih berkaitan langsung dengan kondisi ekologi atau kesehatan ekosistem perairan daripada data kimia, karena karakter biota seperti keberadaan jenis atau kelimpahannya dapat menjadi petunjuk adanya perubahan status atau kondisi suatu lingkungan.

2.6 Metode Analisis Kualitas Air dengan Makroinvertebrata

Pada dasarnya indeks biotik merupakan nilai dalam bentuk *scoring* yang dibuat atas dasar tingkat toleransi organisme terhadap pencemaran. Indeks tersebut juga memperhitungkan keanekaragaman organisme dengan mempertimbangkan kelompok-kelompok tertentu dalam kaitannya dengan tingkat pencemaran (Grahari, 2015). Berbagai jenis indeks biotik telah dibuat untuk analisis berbagai jenis penunjuk biologi yang digunakan secara meluas. Indeks biotik memberi nilai kepada suatu spesies berdasarkan tahap toleransi spesies tersebut terhadap pencemaran, dimana jumlah nilai yang diperoleh memberi indeks pencemaran kawasan tersebut (Grahari, 2015).

Metode yang digunakan untuk menentukan kualitas air berdasarkan makroinvertebrata adalah indeks biotik, yaitu *Extended Trent Biotik Index* (ETBI), *Belgian Biological Index* (BBI), *Biological Monitoring Working Party* (BMWP), *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon* (BMWP ASPT) dan Index Diversitas.

a. *Index Biotik*

Indeks biotik adalah ekspresi numerik yang mengklasifikasikan kualitas air berdasarkan kepekaan ekologis taksa dari keberadaan dan keanekaragaman taksa tersebut. Banyak indeks biotik ditentukan berdasarkan makroinvertebrata, karena mereka menempati peran sentral dalam ekosistem perairan dengan berpartisipasi dalam dekomposisi bahan organik dan dengan mendasari sumber makanan utama bagi air lainnya invertebrata, ikan, dan beberapa burung (Zeybek dkk, 2014). Menurut Lestari (2011) metode *Belgian Biological Index* (BBI) mempunyai skala kualitas air dari tercemar kecil sampai sangat tercemar, sehingga metode ini banyak digunakan. Duran (2006)

menyatakan metode BMWP ASPT, BMWP dan BBI mudah digunakan dan sudah digunakan secara luas pada masa lalu.

Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon* (BMWP ASPT). Metode ini hampir sama dengan metode BMWP. Perbedaanya metode BMWP ASPT skor yang didapat dirata-rata. Pada penelitian ini skor untuk metode BMWP ASPT menggunakan *Modified BMWP Score System* seperti pada Tabel 2.2. hal ini digunakan untuk membandingkan skor sebelum dan sesudah dimodifikasi. Nilai indeks pada BMWP ASPT antara 1-10.

Tabel 2.2 Index Biotik Metode BMWP ASPT

Famili	Skor
Siphonuridae Heptageniidae Leptophlebiidae Ephemerellidae	10
Potamanthidae Ephemeridae	
Taeniopterygidae Leuctridae Capniidae Perlodidae Perlidae	
Choloroperlidae	
Aphelocheiridae	
Phryganidae Molannidae Beraeidae Odontoceridae	
Leptoceridae Goeridae Lepidostomatidae Brachycentridae	
Sericostomatidae	
Astacidae	8
Lestidae Agriidae Gomphidae Cordulegateridae Aeshnidae	
Corduliidae Libellulidae	
Psychomyiidae Philopotamidae	7
Caenidae	
Nemouridae	
Rhyacophilidae Polycentropodidae Limnephilidae	6
Netritidae Viviparidae Ancylidae	
Hydroptilidae	
Unionidae	

Famili	Skor
Corophiidae Gammaridae	5
Platycenemidae Coenagriidae	
Mesoveliidae Hydrometridae Gerridae Nepidae Naucoridae	
Notonectidae Pleidae Corixidae	
Haliplidae Hygrobiiidae Dytiscidae Gyrinidae	
Hydrophilidae Clambidae Helodidae Drypidae Eliminthidae	
Chrysomelidae Curculionidae	
Hydropsychidae	
Tipulidae Simuliidae	
Planariidae Dendrocoelidae	
Baetidae	4
Sialidae	
Piscicolidae	
Valvatidae Hydrobiidae Lymnaeidae Physidae	3
Planorbidae	
Sphaeriidae	
Glossiphoniidae Hirudidae Eropobdellidae	
Asellidae	
Chironomidae	2
Oligochaeta (semua Kelas)	1

Sumber: (Lestari, 2011)

2.7 Metode Kimiawi

Analisis kimiawi dilakukan untuk mengetahui kualitas air dengan parameter berupa BOD, DO, amonium, fosfat, pH, suhu dan kekeruhan. Metode yang dapat digunakan dalam analisis fisik-kimia antara lain dengan menggunakan metode *LISEC Score* dan *Dutch Score*. Metode *LiseC Score* menggunakan parameter DO, BOD, amonium dan fosfat sedangkan metode *Dutch Score* menggunakan parameter DO, BOD, amonium.

Metode *Lisec Score* merupakan perkembangan dari metode *Dutch Score*.

Analisis kualitas air dengan metode LISEC Score diadaptasi dari penelitian Trihadiningrum (1995) yang menghubungkan parameter kimiawi dan biologis untuk penentuan kualitas air. Metode LISEC Score adalah modifikasi metode *Dutch Score*. Parameter yang digunakan tidak jauh berbeda dengan metode *Dutch Score* yaitu BOD, DO saturasi dan amonium. Perbedaan metode LISEC Score dengan *Dutch Score* terletak pada penambahan parameter yang digunakan dalam analisis data yaitu kadar fosfat dalam air. Klasifikasi data untuk metode *Lisec Score* dapat dilihat di Tabel 2.3

Tabel 2.3 Klasifikasi Data untuk Metode Lisec Score

Skor	%DO Saturasi	BOD (mg/l)	Amonium (mg/l)	Fosfat (mg/l)
1	91-110	<3	<0,5	<0,05
2	71-90; 111-120	3,1-6,0	0,5-1,0	0,05-0,25
3	51-70; 121-130	6,1-9,0	1,1-2,0	0,25-0,90
4	31-50; 131-150	9,1-15,0	2,1-5,0	0,90-1,5
5	<30,>50	>15	<5,0	>1,5

Sumber: Trihadiningrum (1995) dalam Hakim (2012)

Hasil yang didapatkan dari klasifikasi data kemudian dihitung dengan persamaan:

$$\text{Indeks LISEC} = \sum q_i$$

Dimana : q_i = nilai untuk variable ke- i

Hasil perhitungan indeks LISEC kemudian diinterpretasikan dalam Tabel 2.4

Tabel 2.4 Interpretasi LISEC Score

Kelas	Skor	Kualitas Air
I	4-6	Sangat Baik
II	6-10	Baik
III	10-14	Sedang
IV	14-18	Tercemar

V	18-20	Sangat Tercemar
---	-------	-----------------

Sumber : Trihadingrum (1995 dalam Hakim 2012)

Metode *Dutch Score* mempunyai prinsip perhitungan yang sama dengan *Lisec Score*. Perbedaan dua metode ini adalah parameter yang digunakan *Dutch Score* tidak melibatkan fosfat. Klasifikasi data untuk metode *Dutch Score* dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Klasifikasi Data untuk Metode Dutch Score

Skor	%DO Saturasi	BOD (mg/l)	Amonium (mg/l)
1	91-110	<3	<0,5
2	71-90; 111-120	3,1-6,0	0,5-1,0
3	51-70; 121-130	6,1-9,0	1,1-2,0
4	31-50; 131-150	9,1-15,0	2,1-5,0
5	<30,>50	>15	<5,0

Sumber : Trihadingrum (1995 dalam Hakim 2012)

Hasil yang didapatkan dari klasifikasi data kemudian dihitung dengan persamaan:

$$\text{Indeks Dutch Score} = \sum q_i$$

Dimana : q_i = nilai untuk variable ke- i

Hasil perhitungan indeks *Dutch Score* kemudian diinterpretasikan dalam Tabel 2.6

Tabel 2.6 Interpretasi Dutch Score

Kelas	Skor	Kualitas Air
I	3,0 – 4,5	Sangat Baik
II	4,6 – 7,5	Baik
III	7,6 – 10,5	Sedang
IV	10,6 – 13,5	Tercemar
V	13,6 – 15,0	Sangat Tercemar

Sumber : Trihadingrum (1995 dalam Hakim 2012)

2.8 Time Series

Time series adalah serangkaian pengamatan terhadap suatu variabel yang diambil dari waktu ke waktu dan dicatat secara berurutan sesuai dengan waktu kejadiannya dengan interval waktu yang tetap (Wei, 2006). Sedangkan menurut Cryer (1986) dalam Perdana (2010), *time series* diartikan sebagai

serangkaian data yang didapat berdasarkan pengamatan dari suatu kejadian pada urutan waktu terjadinya. Secara umum data harus horizontal sepanjang sumbu waktu.

2.9 Kelebihan dan Kekurangan Metode Kimia dan Biologi

Semua jenis metode mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Kelebihan dan kekurangan ini dapat dimanfaatkan untuk melengkapi satu sama lain. Berikut merupakan kelebihan dan kekurangan metode kimiawi dan biologi.

Tabel 2.7 Kelebihan Metode Kimia dan Biologi

No	Metode Kimia	Metode Biologi
1.	hasil yang didapatkan sudah mencakup data pencemar yang ada di lokasi.	Cepat dalam pengambilan sampel
2.	dapat dilakukan lebih sering	biaya yang dibutuhkan terjangkau
3.		peralatan yang digunakan mudah didapat
4.		pengambilan sampelnya tidak memerlukan keahlian khusus

Tabel 2.8 Kekurangan Metode Kimia dan Biologi

No	Metode Kimia	Metode Biologi
1.	Dibutuhkan peralatan khusus	Rentan waktu yang dibutuhkan untuk penelitian di tempat yang sama lama
2.	Biaya yang dibutuhkan tinggi	Tidak dapat mengidentifikasi bahan pencemar di lokasi
3	Dibutuhkan keahlian khusus dalam pengambilan sampel	

2.10 Penelitian Sebelumnya

Grahari (2015) pernah melakukan penelitian serupa yaitu Kesesuaian Pemeriksaan Kualitas Air Metode Kimiawi Dengan Metode *Extended Trent Biotik Index* Terhadap Air Sungai Kaliwonokromo Surabaya. Grahari menggunakan metode fisik-kimia yang dikorelasikan dengan metode biologi. Parameter yang digunakan meliputi: BOD, DO, amonium, pH, suhu dan kekeruhan.

Hasil penelitian menunjukkan jenis makroinvertebrata yang ditemukan sangat sedikit untuk ukuran badan air. Hal ini terjadi karena sepanjang Sungai Kaliwonokromo berjenis substrat pasir dan banyak bebatuan yang tidak umum ditinggali bentos.

Kondisi makroinvertebrata yang sedikit ini mempengaruhi hasil perhitungan metode kualitas air berdasarkan makroinvertebrata khususnya metode ETBI. Sedangkan perbandingan hasil analisis fisik-kimia dengan biologinya tidak terdapat perbedaan yang terlalu signifikan mengenai kualitas badan air antar titik sampling. Hal ini dikarenakan lokasi titik sampling memiliki karakteristik air sungai yang hampir sama.

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode penelitian digunakan sebagai acuan dalam penelitian agar dapat terlaksana sesuai dengan apa yang telah direncanakan. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan pendekatan deskriptif yaitu memberi gambaran tentang kualitas air Saluran Kalidami Surabaya dengan metode biomonitoring dan dilakukan pengambilan makroinvertebrata pada tiap segmen sungai kemudian diidentifikasi dengan nilai indeks biologi. Pada penelitian ini juga didukung dengan pemeriksaan beberapa parameter fisik dan kimia berupa suhu, BOD, DO, amonium, fosfat, kekeruhan dan pH di laboratorium kemudian data hasil penelitian ini dianalisis secara kuantitatif.

Daerah aliran Saluran Kalidami yang menjadi titik pengambilan sampel melintasi daerah Sukodami, Dharmahasada, Mulyorejo dan Mulyosari. Daerah pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Wilayah Studi Penelitian
Sumber: Google Maps, 2017

3.2 Wilayah Studi

Penelitian ini dilakukan di sepanjang Saluran Kalidami Surabaya yang mengalir ke pantai timur Surabaya dan bermuara menuju selat Madura dengan panjang sungai primer ± 47.315 meter.

3.3 Kerangka Penelitian

Pelaksanaan penelitian memerlukan kerangka penelitian untuk mempermudah penelitian. Fungsi kerangka penelitian ini adalah gambaran tahapan secara garis besar mengenai penelitian yang akan dilakukan. Adanya kerangka penelitian akan mempermudah pelaku penelitian untuk mengerjakan penelitiannya secara baik dan sistematis. Kerangka alur penelitian merupakan rangkaian pokok kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Tujuan dari kerangka penelitian ini adalah:

- a. Sebagai gambaran awal mengenai tahapan dan metode yang digunakan selama penelitian agar pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan menjadi sistematis dan sesuai dengan waktu yang ditentukan.
- b. Mengetahui tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam melakukan penelitian dan memperkecil kesalahan dalam penelitian.
- c. Memudahkan dalam mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian sehingga tujuan penelitian dapat tercapai dengan baik.

Penyusunan kerangka penelitian diawali dengan menganalisis permasalahan yang ada dan dibandingkan dengan kondisi ideal yang seharusnya. Melalui gap antara kondisi eksisting dan kondisi ideal ini maka munculah ide penelitian. Ide penelitian ini berperan sebagai metode penyelarasan antara kondisi eksisting dan kondisi ideal dari permasalahan yang menjadi obyek bahasan. Penyusunan kerangka penelitian dilakukan secara sistematis dan berurut sesuai dengan tahapan penelitian yang akan dilakukan.

Secara umum, kerangka penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.2

Implementasi Metode Kimiawi dan BMWP ASPT dalam Analisis Kualitas Air Saluran Kalidami di Wilayah

Latar

Peraturan yang digunakan:

- Peraturan pemerintah No 82 tahun 2001 tentang “Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air”
- UU No 32 tahun 2009 tentang “perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 No 15”
- Peraturan Daerah Kota Surabaya No 3 tahun 2007 tentang “ Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya”

Kondisi di lapangan:

- Aktivitas penduduk di sepanjang aliran Sungai menyebabkan perubahan kualitas air Sungai
- Perubahan lingkungan hidup ekosistem Sungai terhadap kondisi di sekitarnya
- Perubahan tata guna lahan di pinggir Saluran Kalidami

GAP

Rumusan Masalah

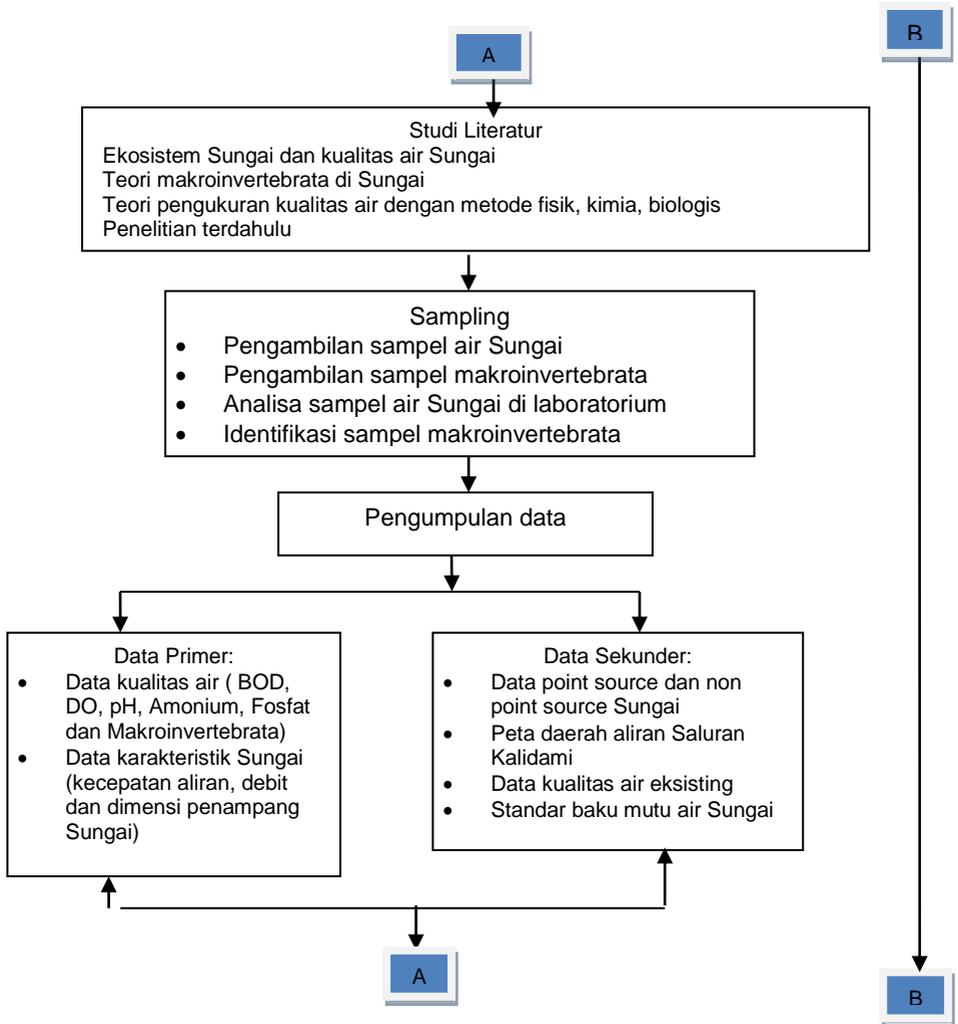
1. Bagaimana hasil kualitas air Saluran Kalidami dengan menggunakan metode biologi?
2. Bagaimana hasil kualitas air Saluran Kalidami dengan menggunakan metode fisik-kimia?
3. Bagaimana kesesuaian antara hasil analisis fisik-kimia dengan analisis biologi terhadap kualitas air pada Saluran Kalidami?
4. Bagaimana langkah pengelolaan air pada Saluran Kalidami?

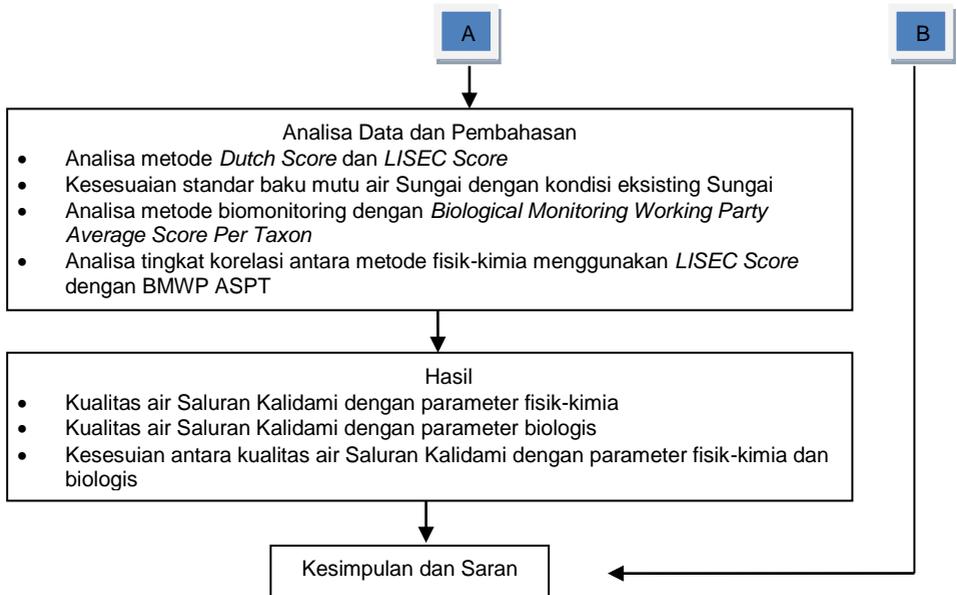
Tujuan

1. Mengidentifikasi kualitas air Saluran Kalidami berdasarkan analisis biologi
2. Mengidentifikasi kualitas air Saluran Kalidami berdasarkan analisis fisik-kimia
3. Menyesuaikan hasil analisis biologi dengan analisis fisik-kimia.
4. Menentukan langkah pengelolaan air pada Saluran Kalidami

A

B





Gambar 3.2 Kerangka Penelitian

3.4 Tahap-tahap Penelitian

Tahapan penelitian ini menjelaskan mengenai tahapan kerja yang akan dilakukan dalam penelitian. Dalam langkah penelitian ini juga akan dijelaskan secara rinci mengenai tahapan yang disusun dalam kerangka penelitian. Berikut ini adalah tahapan yang dilakukan dalam penelitian, yaitu:

1. Ide Penelitian

Ide penelitian ini muncul dikarenakan penelitian mengenai penentuan kualitas air lebih sering dilakukan dengan menggunakan metode fisik-kimia melalui pengukuran di laboratorium dan pemodelan qual2kw. Sedangkan penentuan kualitas air secara biologi menggunakan metode biomonitoring jarang digunakan. Ide penelitian ini adalah Implementasi Metode Kimiawi dan *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon* (BMWP ASPT) dalam Analisis Kualitas Air Saluran Kalidami di Wilayah Surabaya.

Setelah ide penelitian didapatkan, perlu dilakukan observasi langsung ke lapangan untuk memastikan kesesuaian kondisi dan sasaran.

2. Studi literatur

Studi literatur ini bertujuan untuk mendukung dan meningkatkan pemahaman lebih jelas terhadap ide penelitian. Studi literatur harus sesuai dengan ide penelitian karena pada intinya dalam pelaksanaan ide penelitian membutuhkan sumber ilmu untuk proses penelitian. Sumber literatur yang digunakan adalah jurnal baik internasional maupun nasional, peraturan, makalah serta tugas akhir yang berhubungan dengan penelitian. Studi literatur diperlukan untuk membantu proses analisis data dan melakukan pembahasan dari penelitian sehingga dapat dilakukan pencocokan dengan teori-teori yang ada dan menghasilkan kesimpulan.

3. Survei

Survei dilakukan untuk mempelajari kondisi daerah studi. Selain itu, perlu diketahui adanya batasan sampling agar tidak terjadi kekeliruan dalam pelaksanaan sampling. Batasan sampling yang dimaksud adalah:

- Aspek kemudahan dalam pengambilan sampel
- Perlu diperhatikan debit air sungai dan sebaiknya jangan melakukan sampling saat debit air besar. Debit air yang besar akan mempersulit proses pengambilan sampel dan akan menyebabkan hasil perolehan makroinvertebrata sedikit, karena sedimen yang merupakan tempat hidup makroinvertebrata akan hanyut oleh air sungai.
- Aliran harus laminar dan tidak terjadi turbulensi, karena jika aliran deras maka akan mempersulit proses pengambilan sampel.

4. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan menggunakan data primer dan sekunder. Data primer berupa data karakteristik sungai (kecepatan aliran dan dimensi penampang sungai), data kualitas air (BOD, DO, pH,

Amonium, Fosfat dan Makroinvertebrata). Prosedur laboratorium untuk analisis kimia terdapat pada **Lampiran A**. Sedangkan data sekunder berupa data *point source* dan *non point source* sungai, data daerah aliran Saluran Kalidami, data kualitas air eksisting dan standar baku mutu air sungai yang terdapat pada **Lampiran C**.

Penentuan segmen sungai dan lokasi sampling dibutuhkan agar diperoleh sampel air yang dapat mewakili, sehingga dapat memenuhi tujuan pemantauan yang telah ditargetkan. Dalam penentuan lokasi perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Hindari daerah aliran turbulen dan belokan
2. Pengetahuan tentang geografi, penggunaan air dan pembuangan limbah
3. Kemungkinan variasi musim dan variasi lokasi terhadap parameter yang diukur
4. Pengambilan sampel tidak pada sungai pembuangan, tetapi beberapa meter setelahnya
5. Sungai pada lokasi tersebut benar-benar homogen atau tercampur dengan baik

Agar diperoleh gambaran mengenai kualitas air sungai maka penentuan titik sampling di sungai dilakukan dengan pertimbangan bahwa air sungai pada titik tersebut sudah homogen atau tercampur dengan baik. Untuk memverifikasi bahwa pada titik sampling tersebut sudah terjadi percampuran air sungai yang baik maka perlu dilakukan pemeriksaan homogenitas dengan cara pengambilan beberapa sampel pada titik sepanjang lebar dan kedalaman sungai untuk dianalisis beberapa parameter yang khas seperti pH, temperatur dan oksigen terlarut. Jika hasil yang diperoleh tidak berbeda secara signifikan maka suatu titik sampling dapat ditentukan di tengah aliran atau titik lain yang mudah pengambilannya. Bila hasil analisis berbeda nyata dari satu titik dengan yang lainnya maka perlu diambil sampel dari beberapa titik yang dilalui aliran. Umumnya semakin banyak sampel yang dikumpulkan akan semakin mewakili. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Pada penelitian ini, pengambilan sampel dimulai dari hulu hingga hilir, dimana ditentukan jarak tiap titik sampling adalah 1 km. penentuan jarak titik sampling diambil berdasarkan pertimbangan karakteristik air yang sudah berbeda di jarak 1 km. Untuk mendukung pengumpulan data diperlukan alat dan bahan sebagai penunjang pengambilan data.

5. Analisis Data dan Pembahasan Kualitas Air Menggunakan Indeks Biologi

Tahap terakhir dalam monitoring kualitas air adalah menganalisis data yang telah dikumpulkan untuk mendapatkan suatu nilai kuantitatif atau indeks dengan menggunakan panduan identifikasi biotik. Indeks biotik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon (BMWP ASPT)*.

Analisis data dengan metode kualitas fisik-kimia dilakukan dengan mengambil sampel air dan diteliti di laboratorium. Hasil analisis akan menghasilkan kualitas secara fisik-kimia. Hasil antara kualitas fisik-kimia dan biologi akan dikorelasi untuk menentukan hubungan keterkaitan keduanya dalam kualitas air.

Prinsip penilaian indeks biotik untuk metode *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon* adalah dengan mengidentifikasi famili makroinvertebrata yang paling toleran menyesuaikan tabel *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon*. Setelah makroinvertebrata yang paling toleran diidentifikasi, maka ditentukan indeks biotik air

berdasarkan nilai yang tertera pada tabel *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon* . Tahap perhitungan secara detail tertera pada poin-poin berikut :

- ✓ Identifikasi makroinvertebrata pada titik yang akan diidentifikasi dengan tingkat toleransinya terhadap pencemaran berdasarkan.
- ✓ Setelah ditemukan famili dari makroinvertebrata yang paling toleran dicocokkan unti sistematik yang ditemukan pada titik tersebut (jumlah makroinvertebrata sesama ordo yang ditemukan) pada baris jumlah unit sistematik.
- ✓ Dicocokkan jumlah kelompok fauna yang ditemukan pada titik tersebut.
- ✓ Maka diketahui titik temu pada tabel dengan beberapa syarat tersebut sehingga diketahui indeks biotik.

Tabel 3.1 Index Biotik Metode BMWP ASTP

Famili	Skor
Siphonuridae Heptageniidae Leptophlebiidae Ephemerellidae	10
Potamanthidae Ephemeridae	
Taeniopterygidae Leuctridae Capniidae Perlodidae Perlidae	
Choloroperlidae	
Aphelocheiridae	
Phryganidae Molannidae Beraeidae Odontoceridae	
Leptoceridae Goeridae Lepidostomatidae Brachycentridae	
Sericostomatidae	
Astacidae	8
Lestidae Agriidae Gomphidae Cordulegateridae Aeshnidae	
Corduliidae Libellulidae	
Psychomyiidae Philopotamidae	
Caenidae	7
Nemouridae	
Rhyacophilidae Polycentropodidae Limnephilidae	
Neritidae Viviparidae Ancylidae	6

Famili	Skor
Hydroptilidae	
Unionidae	
Corophiidae Gammaridae	
Platycenemididae Coenagriidae	
Mesoveliidae Hydrometridae Gerridae Nepidae Naucoridae	5
Notonectidae Pleidae Corixidae	
Haliplidae Hygrobiidae Dytiscidae Gyrinidae	
Hydrophilidae Clambidae Helodidae Drypidae Eliminthidae	
Chrysomelidae Curculionidae	
Hydropsychidae	
Tipulidae Simuliidae	
Planariidae Dendrocoelidae	
Baetidae	4
Sialidae	
Piscicolidae	
Valvatidae Hydrobiidae Lymnaeidae Physidae	3
Planorbidae	
Sphaeriidae	
Glossiphoniidae Hirudidae Eropobdellidae	
Asellidae	
Chironomidae	2
Oligochaeta (semua Kelas)	1

Sumber: (Lestari, 2011)

Setelah diketahui nilai indeks biotik maka dihitung nilai rata-rata untuk metode BMWP ASPT.

Analisis juga dilakukan pada sampel air dengan parameter fisik-kimia (suhu, kekeruhan, pH, BOD, COD, DO, Fosfat dan Amonium) di laboratorium Teknik Lingkungan.

Metode analisis kualitas air yang akan digunakan untuk parameter fisik dan kimiawi adalah sebagai berikut:

- ✓ pH dan suhu: pengukuran langsung dengan pH meter
- ✓ Keekeruhan: pengukuran langsung dengan turbidimeter
- ✓ *Dissolved oxygen*: titrasi dengan menggunakan tiosulfat
- ✓ *Biological Oxygen Demand* : menggunakan pengenceran KMnO_4
- ✓ Amonium: metode Nessler
- ✓ Fosfat: metode spektrofotometri

Hasil analisis kualitas air secara fisik dan kimia diinterpretasikan dengan metode LISEC Score. Hasil analisis antara kualitas fisik-kimia dengan biologi akan dikorelasikan untuk menentukan hubungan keterkaitan keduanya dalam kualitas air. Selain itu kualitas fisik-kimia dapat digunakan untuk memperkuat hasil kualitas air sungai berdasarkan makroinvertebrata.

Tabel 3.2 Klasifikasi Data untuk Metode Lisec Score

Skor	%DO Saturasi	BOD (mg/l)	Amonium (mg/l)	Fosfat (mg/l)
1	91-110	<3	<0,5	<0,05
2	71-90; 111-120	3,1-6,0	0,5-1,0	0,05-0,25
3	51-70; 121-130	6,1-9,0	1,1-2,0	0,25-0,90
4	31-50; 131-150	9,1-15,0	2,1-5,0	0,90-1,5
5	<30,>50	>15	<5,0	>1,5

Sumber: Trihadiningrum (1995) dalam Hakim (2012)

Hasil yang didapatkan dari klasifikasi data kemudian dihitung dengan persamaan:

$$\text{Indeks LISEC} = \sum q_i$$

Dimana : q_i = nilai untuk variable ke- i

Hasil perhitungan indeks LISEC kemudian diinterpretasikan dalam Tabel 3.3

Tabel 3.3 Interpretasi LISEC Score

Kelas	Skor	Kualitas Air
I	4-6	Sangat Baik
II	6-10	Baik
III	10-14	Sedang
IV	14-18	Tercemar
V	18-20	Sangat Tercemar

Sumber: Trihadiningrum (1995) dalam Hakim (2012)

Setelah didapatkan hasil perhitungan dari metode kimiawi dan biologi kemudian dilakukan perhitungan korelasi. Perhitungan korelasi menggunakan rumus (Sudjana, 1993 dalam Hakim, 2012) :

$$r = \frac{n \sum f_i X_i Y_i - (\sum f_x X_i)(\sum f_y Y_i)}{\sqrt{\{n \sum f_x X_i^2 - (\sum f_x X_i)^2\}\{n \sum f_y Y_i^2 - (\sum f_y Y_i)^2\}}}$$

Dimana :

r = koefisien korelasi

xi = variabel ke-i

x = rata-rata variabel x

yi = variabel ke-i

y = rata-rata variabel y

n = $\sum f_x = \sum f_y$ = jumlah data

Kisaran nilai koefisien korelasi adalah $-1 < r < 1$. Koefisien korelasi negatif artinya semakin besar nilai suatu variabel maka semakin kecil nilai variabel lainnya. Untuk memudahkan interpretasi kekuatan korelasi, maka digunakan kriteria seperti pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Interpretasi Kekuatan Korelasi

Nilai r	Arti
1	Korelasi sempurna
>0,75 – 0,99	Korelasi sangat kuat
>0,5 – 0,75	Korelasi kuat
>0,25 – 0,5	Korelasi cukup
>0 – 0,25	Korelasi sangat lemah
0	Tidak ada korelasi

Sumber: (Sudjana, 1993 dalam Hakim, 2012)

Nilai derajat kepercayaan (α) yang digunakan adalah 0,05, sehingga selang kepercayaan $(1-\alpha) \times 100\%$ yaitu 95% (Sudjana, 1993 dalam Hakim, 2012).

Setelah dilakukan analisis korelasi maka akan didapatkan tingkat kekuatan korelasi antara kedua metode. Dari hasil korelasi didapatkan besarnya pencemaran dari dua metode. Hasil besar

pencemaran ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan strategi pengelolaan yang paling baik untuk badan air Saluran Kalidami. Penentuan langkah pengelolaan badan air juga memanfaatkan hasil analisis parameter fisik-kimiawi di Saluran Kalidami sebagai penunjuk sumber pencemar yang perlu dikendalikan keberadaannya. Jika sudah teridentifikasi jenis pencemar yang merusak badan air, maka dapat disusun strategi pengelolaan daerah aliran Saluran Kalidami.

Analisa ini dilakukan perhitungan tiap titik untuk memastikan keakuratan data yang didapatkan. Data dari tiap titik dihitung menggunakan metode kimia dan biologi lalu dilakukan perhitungan korelasi dari hasil data tersebut. Hal ini dilakukan untuk semua titik. Setelah didapatkan hasil dari data korelasi untuk semua titik kemudian dibuat diagram batang untuk menunjukkan tingkat tercemarnya titik-titik tersebut.

6. Kesimpulan dan Saran

Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dari proses penelitian. Kesimpulan dirumuskan berdasarkan hasil pengamatan, analisis data dan pembahasan yang dirangkum secara singkat dan jelas. Kesimpulan data juga harus menjawab tujuan penelitian. Saran dirumuskan berdasarkan kekurangan dari penelitian ini yang bertujuan agar peneliti selanjutnya dapat memperbaiki kekurangan dan जारी rekomendasi untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Sekitar Sungai pada Tiap Titik Sampling

Pengambilan sampel dibagi menjadi 5 titik setiap 1 KM. Tiap titik yang akan diteliti adalah bagian tengah sungai untuk metode kimia dan pinggiran sungai untuk metode biomonitoring. Pengamatan dilakukan selama 4 minggu yaitu dari 13 Maret 2017 hingga 3 April 2017. Pengamatan ini dilakukan seminggu sekali pada hari senin. Kondisi cuaca pada saat sampling adalah cerah. Sampel yang diambil adalah sampel air dan makroinvertebrata. Pengambilan sampel dilaksanakan pada musim hujan saja tidak pada musim kemarau

Keadaan sungai di tiap titik tidak terlalu jauh berbeda. Limbah yang masuk ke badan saluran merupakan limbah domestik kegiatan rumah tangga dan kegiatan komersil. Penggunaan lahan di sekitar lokasi saluran mempengaruhi kualitas air Saluran Kalidami Surabaya.

4.2 Titik Sampling

4.2.1 Titik satu

Titik satu berada di jembatan di jl. Sokodami I. kondisi di sekitar titik 1 didominasi pemukiman penduduk dengan sedikit wilayah komersial. Buangan dari rumah tangga seperti air bekas cuci dan mandi langsung menuju Saluran Kalidami sehingga akan mempengaruhi kualitas air saluran tersebut. Ketinggian air di titik satu berkisar antara 0,5 meter hingga 1 meter. Kondisi di sekitar titik sampling 1 dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi sampling titik 1

4.2.2 Titik Dua

Kondisi di sekitar titik dua tidak jauh berbeda dengan titik satu. Didominasi pemukiman penduduk dan industri rumah tangga. Ketinggian air pada titik dua berkisar antara 0,5 meter hingga 1 meter. Kondisi di sekitar titik sampling 2 dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 lokasi Sampling Titik dua

4.2.3 Titik Tiga

Kondisi di sekitar titik tiga terdapat industri rumah tangga seperti rumah makan, industri komersial (*Mall*) dan pemukiman penduduk. Hal ini sangat mempengaruhi kualitas air di Saluran Kalidami. Ketinggian air pada titik tiga berkisar antara 0,5 meter hingga 1 meter. Kondisi di sekitar titik sampling 3 dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Lokasi Sampling Titik tiga

4.2.4 Titik Empat

Kondisi di titik empat didominasi pemukiman penduduk dan industri rumah tangga seperti warung makan. Dengan kondisi penggunaan lahan yang seperti tersebut umumnya masyarakat membuang limbah cair langsung ke badan saluran. Hal ini tampak secara fisik saluran yang semakin keruh. Ketinggian air pada titik lima berkisar antara 0,5 meter hingga 1 meter. Kondisi di sekitar titik sampling 4 dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Lokasi Sampling Titik 4

4.2.5 Titik Lima

Kondisi pada titik ini tidak jauh berbeda dengan titik sebelumnya. Limbah yang masuk ke saluran masih didominasi limbah dari kegiatan rumah tangga dan sejenisnya. Ketinggian air pada titik lima berkisar antara 0,5 meter hingga 1 meter. Kondisi di sekitar titik sampling 5 dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Lokasi Sampling Titik 5

Untuk dokumentasi selama pengambilan sampel dan penelitian dapat dilihat pada **Lampiran D**.

4.3 Data Hasil Penelitian

Pada penelitian ini pengukuran kualitas air Saluran Kalidami dibagi menjadi 3 parameter yaitu parameter fisik, parameter kimia dan parameter biologi. Untuk parameter biologi terjadi perubahan metode dari *Extended Trent Biotic Index* menjadi *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon*. Hal ini dikarenakan berdasarkan hasil pengambilan sampel yang dilaksanakan, hewan yang didapatkan banyak yang tidak berada pada klasifikasi ETBI sehingga jika dilakukan penelitian menggunakan metode ETBI hasilnya akan tidak akurat. Sedangkan metode BMWP ASPT memiliki klasifikasi hewan yang lebih beragam dan dapat lebih mudah untuk dimodifikasi sehingga lebih mudah digunakan.

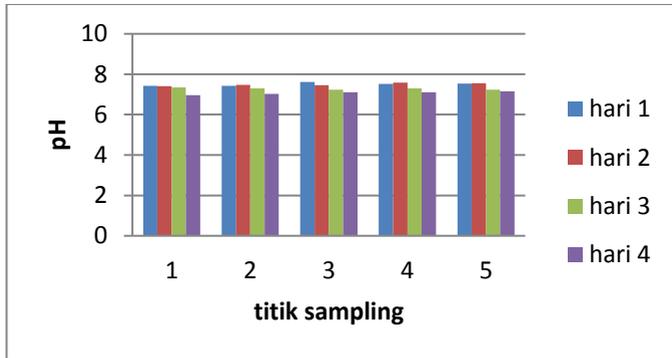
Untuk parameter suhu dan DO harus langsung dilakukan di lapangan agar hasil yang didapatkan lebih akurat sedangkan parameter lainnya dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya.

4.3.1 Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisik

Dalam pengukuran kualitas fisik dilakukan dengan menggunakan alat pH meter untuk pengukuran pH, termometer untuk pengukuran suhu dan turbidimeter untuk pengukuran kekeruhan. Seluruh alat telah dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan. Hal ini dilakukan untuk mengurangi resiko kesalahan pengukuran dan agar hasil pengukuran menjadi akurat.

a. pH

pH air sungai dipengaruhi ion H^+ dan ion OH^- yang dapat dibawa oleh polutan maupun batuan alami yang ada pada saluran. Nilai pH yang didapatkan dari hasil pengukuran berkisar 7. Nilai pH ini masih berada pada kisaran pH untuk kehidupan organisme yaitu berkisar antara 6,6 sampai 8,5 (Lestari 2011). pH standar untuk air permukaan adalah 6-9, sehingga air Saluran Kalidami dapat dikatakan belum melampaui baku mutu. Gambar grafik pH hasil pengukuran dapat dilihat sebagai berikut:

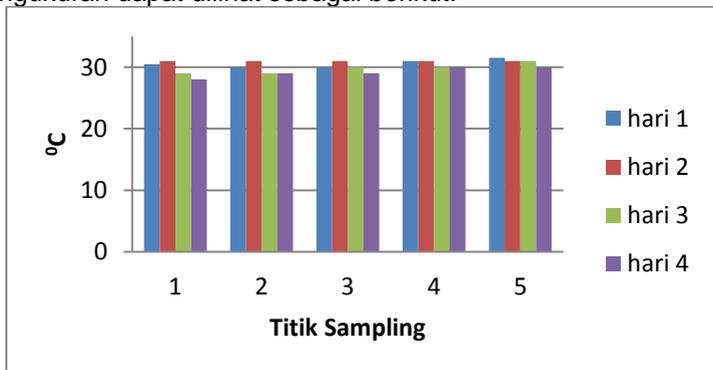


Gambar 4.6 Nilai pH pada setiap titik sampling

Dari hasil grafik diatas pH pada Saluran Kalidami masih berada pada kisaran 7 yang berarti pH di Saluran Kalidami masih normal dan tidak melampaui baku mutu yang ditentukan.

b. Suhu

Perubahan suhu dipengaruhi oleh waktu pengukuran karena adanya pengaruh panas matahari di sekitar lokasi sampling. Suhu di air Saluran Kalidami berkisar antara 28°C – 32°C. Adanya perubahan suhu dikarenakan ketika pengambilan sampel cuaca di sekitar lokasi berubah-ubah. Suhu siklus temperatur untuk kehidupan organisme perairan yang berkisar antara 22°C sampai 31°C (Darajah, 2005). Gambar grafik suhu hasil pengukuran dapat dilihat sebagai berikut:

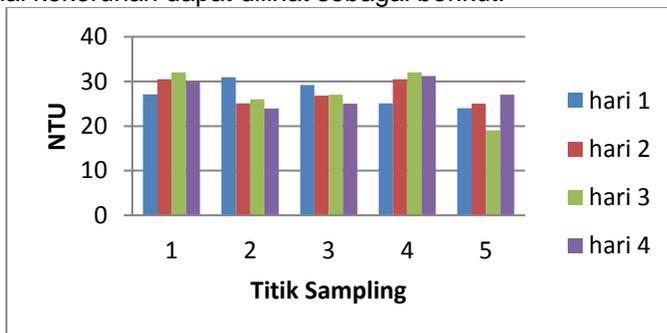


Gambar 4.7 Nilai suhu pada setiap titik sampling

Dari grafik diatas dapat dilihat perbedaan suhu yang cukup beragam pada satu titik. Hal ini disebabkan pada saat pengambilan sampel suhu di sekitar saluran tidak menentu dan berubah dengan sangat cepat. Perbedaan suhu ini juga mempengaruhi hasil analisis oksigen terlarut.

c. Kekeruhan

Kekeruhan air dipengaruhi oleh padatan tersuspensi yang terkandung di dalam air. *Total Suspended Solids* (TSS) dapat terbentuk akibat polutan organik yang larut pada air, maupun akibat air sungai yang mengandung lumpur. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai kekeruhan pada Saluran Kalidami berkisar antara 19 NTU sampai 31,2 NTU. Gambar grafik nilai kekeruhan dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.8 Nilai kekeruhan pada setiap titik sampling

Dari grafik diatas dapat dilihat nilai kekeruhan pada Saluran Kalidami sudah melewati baku mutu. Dimana menurut Permenkes No 492 Tahun 2010 baku mutu yang ditetapkan untuk kekeruhan adalah 5 NTU. Hal ini dikarenakan banyaknya limbah padat maupun cair yang dibuang langsung ke dalam saluran yang menyebabkan air saluran tercampur dengan air limbah yang memiliki nilai turbiditas tinggi. Kekeruhan juga dapat terjadi karena ketinggian air saluran yang rendah sehingga pada saat pengambilan sampel ada lumpur yang ikut terangkut dan terbaca pada saat pengukuran turbiditas.

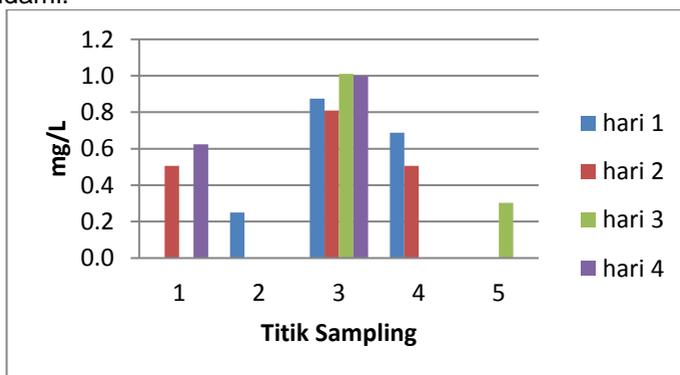
4.3.2 Kualitas Air Berdasarkan Parameter Kimia

Penelitian kualitas air berdasarkan parameter kimia dilakukan dengan menganalisis di lapangan untuk parameter *Dissolved Oxygen* dan di laboratorium Teknik Lingkungan FTSP-ITS untuk parameter lainnya.

a. Oksigen Terlarut

Nilai oksigen terlarut biasanya diukur dalam bentuk konsentrasi menunjukkan jumlah oksigen yang tersedia dalam satu badan air. Semakin tinggi nilai DO mengindikasikan air tersebut memiliki kualitas yang baik. Namun jika nilai DO rendah dapat diartikan badan air tersebut tercemar. Pengukuran DO bertujuan melihat sejauh mana badan air mampu menjadi habitat bagi biota-biota air.

Berikut merupakan grafik hasil pengukuran DO Saluran Kalidami.



Gambar 4.9 Nilai DO pada setiap titik sampling dalam 4 minggu

Nilai DO pada titik ketiga cenderung lebih tinggi dibandingkan titik yang lain. Hal ini karena pada titik ketiga terdapat sedikit perbedaan elevasi di tempat pengambilan sampel. Perbedaan elevasi dikarenakan substrat yang ada pada titik tiga didominasi batu. Pada titik 1,2,4 dan 5 juga masih didominasi substrat batu namun substrat tersebut tidak terlalu besar dan tidak terdapat perbedaan elevasi yang signifikan sehingga nilai DO nya mendekati nol. Nilai DO yang mendekati nol ini selain dikarenakan tidak adanya perbedaan elevasi juga

disebabkan oleh kondisi air di Saluran Kalidami yang tidak terlalu tinggi dan berbau yang menandakan air sudah anoksik. Nilai DO yang mendekati nol menandakan kondisi saluran yang buruk dan tidak cocok untuk tempat hidup biota air karena biota air memerlukan oksigen untuk bertahan hidup.

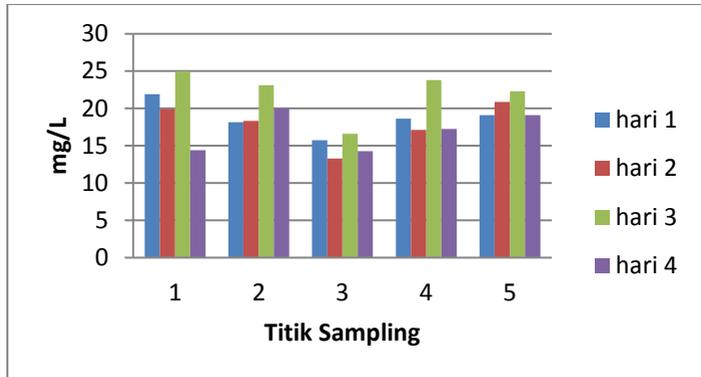
b. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

BOD adalah jumlah zat terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah bahan-bahan buangan di dalam air. Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan. Penggunaan oksigen yang rendah menunjukkan kemungkinan air jernih, mikroorganisme tidak tertarik menggunakan bahan organik. Makin rendah BOD maka kualitas air minum tersebut semakin baik (Grahari, 2015).

Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat yang tersuspensi dalam air. BOD penting untuk mengetahui banyaknya zat organik yang terkandung dalam air limbah. Makin banyak zat organik maka makin tinggi BODnya.

Berdasarkan hasil analisis, nilai BOD pada lokasi sampling berkisar antara 10-30 mg/L. Adanya kenaikan BOD dikarenakan adanya pembusukan baik dari tumbuhan dalam air atau hewan sehingga oksigen yang dibutuhkan lebih besar. Sedangkan nilai BOD turun dikarenakan adanya proses degradasi oleh mikroorganisme atau adanya aktivitas mikroorganisme yang terjadi selama di dalam air.

Berikut merupakan nilai perhitungan BOD pada seluruh titik sampling.



Gambar 4.10 Nilai BOD pada setiap titik sampling

Nilai BOD yang didapat dari hasil analisis berhubungan dengan nilai DO. Semakin rendah nilai DO maka nilai BOD dapat semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin meningkatnya zat organik pada badan air maka bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam badan air tersebut. Ini dibuktikan pada titik tiga nilai BOD lebih rendah dibandingkan titik yang lain sedangkan nilai DO yang didapat berdasarkan pada Gambar 4.34 lebih besar dibanding titik yang lain. Nilai BOD keseluruhan pada tiap titik telah melebihi baku mutu yang ditentukan pada PP No 82 tahun 2010 yaitu sebesar 6 mg/L untuk sungai pada kelas tiga. Nilai BOD yang tinggi menunjukkan tingginya oksigen yang dibutuhkan oleh organisme untuk menguraikan bahan organik.

c. Amonium

Amonium merupakan bentuk unsur nitrogen yang terdapat di air. Amonium berfungsi sebagai hara atau pupuk untuk tanaman air. Kandungan amonium yang tinggi akan meningkatkan pertumbuhan dan aktifitas tumbuhan air sehingga kandungan oksigen dalam air akan berkurang dan menyebabkan hewan air sulit berkembang (Rahayu, *et al*, 2009).

Pada umumnya, amonium yang terkandung dalam air sungai atau saluran berasal dari limbah domestik kegiatan mandi, buang kotoran dan mencuci yang dilakukan penduduk sekitar. Analisis amonium dilakukan dengan menggunakan metode

nessler. Konsentrasi amonium pada sampel ditentukan dengan kurva kalibrasi.

- pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi digunakan untuk mendapatkan rumus linear dari perubahan konsentrasi larutan standar berdasarkan nilai absorbansinya. Kurva kalibrasi dapat dilihat pada **Lampiran B**.

Berdasarkan kurva kalibrasi didapatkan korelasi antara konsentrasi dengan nilai absorbansi dengan rumus linear $y = 0,296x + 0,004$

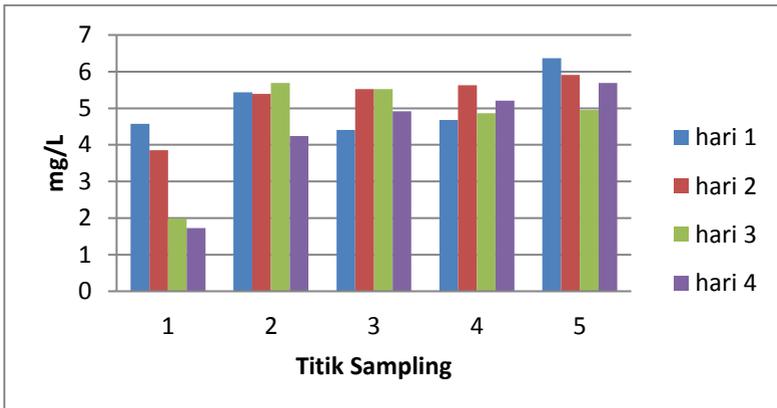
dimana y: nilai absorbansi dan x: konsentrasi.

- Contoh perhitungan konsentrasi amonium pada sampel titik 1:

$$\begin{aligned} y = 0,275, \text{ maka } y &= 0,296x + 0,004 \\ 0,296x &= 0,275 - 0,004 \\ x &= (0,275 - 0,004) / 0,296 \\ &= 4,577 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan konsentrasi untuk masing-masing titik sampling dapat dilihat pada **Lampiran B**.

Berikut merupakan nilai perhitungan amonium pada seluruh titik sampling.



Gambar 4.11 Nilai amonium pada setiap titik sampling dalam 4 minggu.

Berdasarkan hasil analisis, di beberapa titik terdapat perbedaan konsentrasi. Hal ini disebabkan keberadaan amonium

di dalam air dipengaruhi oleh suhu, oksigen terlarut dan keberadaan tumbuhan air yang memanfaatkan nutrisi.

Konsentrasi amonium naik karena adanya air buangan domestik seperti sabun, detergen, urin yang dibuang ke saluran dan adanya bangkai tumbuhan. Sedangkan penurunan konsentrasi terjadi karena amonium dapat berubah menjadi gas ketika pH tinggi atau lebih besar sama dengan 9,25 sehingga dengan pH tersebut dapat menyebabkan amonium berkurang dikarenakan terbentuknya gas.

Berdasarkan hasil perhitungan, konsentrasi amonium pada semua titik cenderung mengalami kenaikan karena pada titik satu belum terlalu banyak air buangan yang mengandung ammonium. Semakin mengarah ke hilir semakin tinggi karena adanya akumulasi limbah dari titik 1 hingga titik 5. Hal ini terjadi akibat adanya pengaruh suhu dan nilai DO pada hari tersebut.

D Fosfat

Fosfat merupakan salah satu bentuk phosphorus yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan serta sangat mempengaruhi produktivitas perairan (Tuahatu et al, 2015). Kadar fosfat di perairan yang subur berkisar antara 1,62-3,23 ug.at/L atau setara dengan 0,051-0,1 mg/L.

Pada umumnya, fosfat yang terkandung dalam air sungai atau saluran berasal dari limbah domestik kegiatan mandi, buang kotoran dan mencuci yang dilakukan penduduk sekitar. Analisis fosfat dilakukan dengan menggunakan metode klorid timah. Konsentrasi fosfat pada sampel ditentukan dengan kurva kalibrasi.

- pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi digunakan untuk mendapatkan rumus linear dari perubahan konsentrasi larutan standar berdasarkan nilai absorbansinya. Kurva kalibrasi dapat dilihat pada **Lampiran B**.

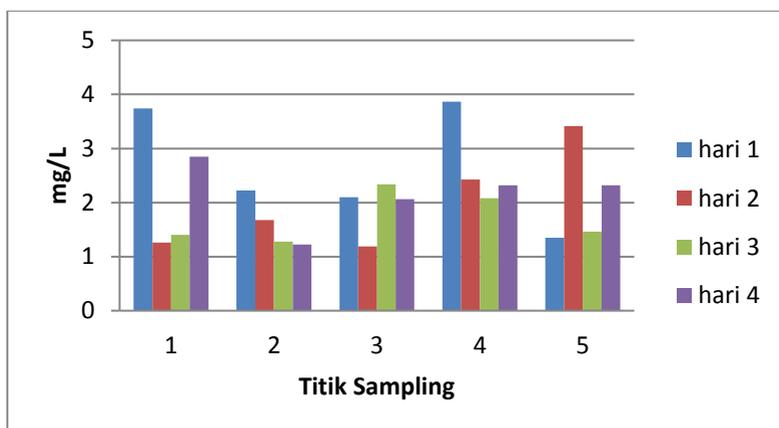
Berdasarkan kurva kalibrasi didapatkan korelasi antara konsentrasi dengan nilai absorbansi dengan rumus linear $y = 0,274x + 0,009$

dimana y: nilai absorbansi dan x: konsentrasi.

- Contoh perhitungan konsentrasi fosfat pada sampel titik 1:
 $y = 0,214$, maka $y = 0,274x + 0,009$
 $0,296x = 0,214 - 0,009$
 $x = ((0,214 - 0,009) / 0,274) \times 5$
 $= 3,740 \text{ mg/L}$

Hasil perhitungan konsentrasi untuk masing-masing titik sampling dapat dilihat pada **Lampiran B**.

Berikut merupakan nilai perhitungan fosfat pada seluruh titik sampling.



Gambar 4.12 Nilai fosfat pada setiap titik sampling.

Berdasarkan hasil analisis, di beberapa titik terdapat perbedaan konsentrasi fosfat. Hal ini karena fosfat di dalam air dipengaruhi oleh suhu, oksigen terlarut dan keberadaan tumbuhan air yang memanfaatkan nutrisi.

Kenaikan konsentrasi fosfat dapat disebabkan adanya air buangan domestik seperti sabun, deterjen yang dibuang ke saluran dan adanya bangkai tumbuhan.

Berdasarkan hasil perhitungan, konsentrasi fosfat pada titik tiga cenderung lebih rendah dibanding hari lainnya. Hal ini terjadi akibat adanya pengaruh suhu dan nilai DO pada hari tersebut. Nilai fosfat yang didapatkan dari hasil perhitungan melebihi baku mutu PP No 82 Tahun 2010 yang sebesar 1 mg/L

pada klasifikasi kelas tiga. Hasil ini menunjukkan kualitas air saluran yang buruk dikarenakan banyaknya limbah yang dibuang ke saluran tanpa diolah terlebih dahulu.

Tabel hasil perhitungan dan kurva kalibrasi ammonium dan fosfat dapat dilihat pada **Lampiran B**.

4.3.3 Kualitas Air Berdasarkan Makroinvertebrata

Jenis makroinvertebrata yang ditemukan pada setiap titik sampling beragam. Kemampuan hidup dari makroinvertebrata tergantung pada lingkungan dan kualitas air di tempat hidupnya. Hasil penelitian makroinvertebrata dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data Hasil Sampling Makroinvertebrata pada hari pertama

jenis	sampling 1				
	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4	titik 5
nassidae	3	2			
pleurocera	8				
thiaridae	48	14	2	9	52
amnicolidae	8			6	
lancidae	4				
turbificidae	4	3			
pilidae	6	3	3		
lymnaeidae	5	8		7	10
viviparidae		2	3		
hydrophilidae			2		1
ancilidae				3	
margaritiferae					4
sphaeriidae					7

Tabel 4.2 Data Hasil Sampling Makroinvertebrata pada hari kedua

jenis	sampling 2				
	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4	titik 5

jenis	sampling 2				
	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4	titik 5
nassidae				2	
pleurocera					2
thiaridae	20	14	4	10	2
amnicolidae	13				
lancidae					
tubiviciadae	48				
pilidae		5	1	1	15
lymnaeidae				2	9
viviparidae	5	3	1	1	8
hydrophilidae					
ancilidae			1	3	4
margaritiferidae					
sphaeriidae	2				
planorbidae		4			
corbiculidae				1	

Tabel 4.3 Data Hasil Sampling Makroinvertebrata pada hari ketiga

jenis	sampling 3				
	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4	titik 5
nassidae					
pleurocera	6	1			
thiaridae	4	8	7	4	12
amnicolidae			1		
lancidae					
turbificidae					
pilidae		1	1		5
lymnaeidae	2		5	2	5

jenis	sampling 3				
	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4	titik 5
viviparidae					
hydrophilidae					
ancilidae	7				3
margaritiferidae					
sphaeriidae		1			
planorbidae		1			
corbiculidae					
ostreidae					3

Tabel 4.4 Data Hasil Sampling Makroinvertebrata pada hari keempat

jenis	sampling 4				
	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4	titik 5
nassidae	11	5	5		
pleurocera	2				
thiaridae	39	7	6	11	25
amnicolidae	3		3	1	4
lancidae					
turbificidae					
pilidae					1
lymnaeidae			3		1
viviparidae	4				
hydrophilidae					
ancilidae	7	23	8	12	19
margaritiferidae			1		
sphaeriidae	5	5	1	4	2
planorbidae					
corbiculidae					

jenis	sampling 4				
	titik 1	titik 2	titik 3	titik 4	titik 5
ostreidae	2		1	3	2

Dari hasil pengamatan menunjukkan jenis makroinvertebrata yang ditemukan sangat beragam baik dari jumlah maupun jenisnya. Dibeberapa titik jenis makroinvertebrata yang ditemukan sangat sedikit. Biasanya pada daerah hulu ditemukan lebih dari 100 individu makroinvertebrata (Winarno, 2000). Hal ini terjadi karena titik sampling pada Saluran Kalidami didominasi jenis substrat bebatuan dan banyak sampah yang menghalangi dalam pengambilan sampel. Jenis makroinvertebrata yang ditemukan dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Jenis Makroinvertebrata Saluran Kalidami

jenis	Gambar
nassidae	
thiaridae	
amnicolidae	
turbificidae	

jenis	Gambar
pilidae	
lymnaeidae	
viviparidae	
ancilidae	
sphaeriidae	
planorbidae	
ostreidae	

4.4 Perhitungan Metode LISEC Score

Analisis kualitas fisik-kimia Saluran Kalidami menggunakan metode LISEC Score. Pada metode ini nilai dari setiap parameter mendapatkan skor yang akan digunakan untuk menentukan kualitas air. Skor yang diberikan sesuai dengan ketentuan pada Tabel 3.3. Hasil dari skor tersebut dijumlahkan kemudian diinterpretasikan pada Tabel 3.4.

DO yang digunakan pada metode LISEC Score dalam bentuk % DO saturasi. Untuk mengetahui nilai % DO saturasi maka digunakan tabel konsentrasi DO saturasi seperti Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Konsentrasi DO saturasi

Temperatur °C	DO (mg/L)	Temperatur °C	DO (mg/L)
0	14,621	26	8,113
1	14,216	27	7,968
2	13,829	28	7,827
3	13,46	29	7,691
4	13,107	30	7,559
5	12,77	31	7,43
6	12,447	32	7,305
7	12,139	33	7,183
8	11,843	34	7,065
9	11,559	35	6,95
10	11,288	36	6,837
11	11,027	37	6,727
12	10,777	38	6,62
13	10,537	39	6,515
14	10,306	40	6,412
15	10,084	41	6,312
16	9,87	42	6,213
17	9,665	43	6,116

Temperatur °C	DO (mg/L)	Temperatur °C	DO (mg/L)
18	9,467	44	6,021
19	9,276	45	5,927
20	9,092	46	5,835
21	8,915	47	5,744
22	8,743	48	5,654
23	8,578	49	5,565
24	8,418	50	5,477
25	8,263		

Dari tabel berikut didapatkan % DO saturasi dengan cara mengalikan hasil perhitungan DO dengan nilai DO pada tabel yang sesuai dengan suhu air pada saat pengambilan sampel.

Berikut merupakan tabel hasil pengukuran DO saturasi Saluran Kalidami.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan % DO saturasi

Titik	hari 1	hari 2	hari 3	hari 4
1	0,00	6,81	0,00	7,99
2	3,36	0,00	0,00	0,00
3	11,78	10,90	12,90	13,00
4	9,41	6,81	0,00	0,00
5	0,00	0,00	4,08	0,00

Berikut merupakan contoh hasil perhitungan pada titik satu di hari pertama pengambilan sampling.

% DO saturasi = 0% → skor = 5

Konsentrasi BOD = 21,92 mg/L → skor = 5

Konsentrasi amonium = 4,577 mg/L → skor = 4

Konsentrasi fosfat = 3,740 mg/L → skor = 5

Jumlah skor = 19, artinya kualitas air pada titik 1 berada di kelas V dan masuk dalam kategori sangat tercemar.

Kualitas air Saluran Kalidami pada setiap titik sampling dapat dilihat pada Tabel 4.6-4.9

Tabel 4.6 Kualitas Air Saluran Kalidami pada hari pertama

hari 1					total skor	Kualitas Air
titik	%DO Saturasi	BOD (mg/l)	Amonium (mg/l)	Fosfat (mg/l)		
1	5	5	4	5	19	Sangat Tercemar
2	5	5	5	5	20	Sangat Tercemar
3	5	5	4	5	19	Sangat Tercemar
4	5	5	4	5	19	Sangat Tercemar
5	5	5	5	4	19	Sangat Tercemar

Tabel 4.7 Kualitas Air Saluran Kalidami pada hari kedua

hari 2					total skor	Kualitas Air
titik	%DO Saturasi	BOD (mg/l)	Amonium (mg/l)	Fosfat (mg/l)		
1	5	5	4	4	18	Sangat Tercemar
2	5	5	5	5	20	Sangat Tercemar
3	5	4	5	4	18	Sangat Tercemar
4	5	5	5	5	20	Sangat Tercemar
5	5	5	5	5	20	Sangat Tercemar

Tabel 4.8 Kualitas Air Saluran Kalidami pada hari ketiga

hari 3					total skor	Kualitas Air
titik	%DO Saturasi	BOD (mg/l)	Amonium (mg/l)	Fosfat (mg/l)		
1	5	5	3	4	17	Tercemar
2	5	5	5	4	19	Sangat Tercemar
3	5	5	5	5	20	Sangat Tercemar
4	5	5	4	5	19	Sangat Tercemar
5	5	5	4	4	18	Sangat Tercemar

Tabel 4.9 Kualitas Air Saluran Kalidami pada hari keempat

hari 4					total skor	Kualitas Air
titik	%DO Saturasi	BOD (mg/l)	Amonium (mg/l)	Fosfat (mg/l)		
1	5	4	3	5	17	Tercemar
2	5	5	4	4	18	Sangat Tercemar
3	5	4	4	5	18	Sangat Tercemar
4	5	5	5	5	20	Sangat Tercemar
5	5	5	5	5	20	Sangat Tercemar

Berikut merupakan hasil interpretasi metode Lisec Score

Tabel 4.10 Hasil Interpretasi Metode Lisec Score

titik	hari 1	hari 2	hari 3	hari 4	rata-rata	hasil
1	19	18	17	17	17,75	Sangat Tercemar
2	20	20	19	18	19,25	Sangat Tercemar
3	19	18	20	18	18,75	Sangat Tercemar
4	19	20	19	20	19,5	Sangat Tercemar
5	19	20	18	20	19,25	Sangat Tercemar

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil interpretasi metode lisec score untuk Saluran Kalidami adalah sangat tercemar. Berdasarkan tabel skor untuk metode lisec score sangat tercemar berada pada kelas 5.

Untuk mengetahui kondisi Saluran Kalidami dari tahun sebelumnya hasil lisec score yang didapat dibandingkan dengan data sekunder yang didapat dari Dinas Lingkungan Hidup pada tahun 2016.

Berikut merupakan data yang didapat dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya tahun 2016.

Tabel 4.11 Data Amonium DLH

bulan	Amonium (mg/L)
Februari	0,263

Tabel 4.12 Data Fosfat DLH

bulan	Fosfat (mg/L)
Februari	1,29

bulan	Amonium (mg/L)
Juni	0,351
September	0,441
November	0,203

Tabel 4.13 Data % DO saturasi DLH

bulan	% DO Saturasi
Februari	67,077
Juni	26,918
September	25,572
November	27,379

bulan	Fosfat (mg/L)
Juni	1,3
September	1,3
November	1,48

Tabel 4.14 Data BOD DLH

bulan	BOD (mg/L)
Februari	19,6
Juni	27,2
September	27,3
November	17,8

Berdasarkan hasil dari Dinas Lingkungan Hidup yang diinterpretasikan ke dalam metode Lisec Score didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.15 Hasil Inpretasi Metode Lisec Score

Bulan	%DO Saturasi	BOD (mg/l)	Amonium (mg/l)	Fosfat (mg/l)	total skor	Kualitas Air
Februari	3	5	1	4	13	Sedang
Juni	5	5	1	4	15	Tercemar
September	5	5	1	4	15	Tercemar
November	5	5	1	4	15	Tercemar

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil intepretasi metode lisec score untuk Saluran Kalidami berdasarkan data dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya tahun 2016 adalah tercemar. Berdasarkan tabel skor untuk metode lisec score tercemar berada pada kelas 4. Hasil ini menunjukkan kualitas iar Saluran Kalidami Semakin memburuk setiap tahun.

4.5 Perhitungan Metode BMWP ASPT

Metode *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon* (BMWP ASPT) merupakan metode untuk mengetahui kualitas air sungai/saluran dengan mengidentifikasi

makroinvertebrata yang tinggal di badan air tersebut sesuai dengan tabel klasifikasi BMWP ASPT. Pada metode ini digunakan range indeks biotik 0-10 dimana skor yang dibagi sesuai dengan tingkat toleransi hewan terhadap pencemaran.

Hewan-hewan yang diklasifikasikan ke dalam range yang rendah menunjukkan tingkat toleransi yang tinggi terhadap pencemaran. Semakin tinggi skor yang diberikan kepada jenis hewan mengindikasikan hewan tersebut hidup di badan air yang bersih. Berikut merupakan hasil analisis metode BMWP ASPT.

Tabel 4.16 hasil analisis dengan metode BMWP ASPT pada hari pertama

hari 1			
titik	jenis famili sesuai bmwp	skor	rata-rata
1	nassidae	3	3,125
	pleurocera	3	
	thiaridae	3	
	amnicolidae	3	
	lancidae	6	
	turbificidae	1	
	pilidae	3	
	lymnaeidae	3	
2	nassidae	3	3,57
	thiaridae	3	
	turbificidae	1	
	lymnaeidae	3	
	pilidae	3	
	lancidae	6	
	viviparidae	6	
3	thiaridae	3	4,25
	pilidae	3	
	viviparidae	6	

hari 1			
titik	jenis famili sesuai bmwp	skor	rata-rata
	hydrophilidae	5	
4	thiaridae	3	3,75
	amnicolidae	3	
	lymnaeidae	3	
	ancilidae	6	
5	thiaridae	3	4
	lymnaeidae	3	
	hydrophilidae	5	
	margaritiferae	6	
	sphaeriidae	3	

Tabel 4.17 hasil analisis dengan metode BMWP ASPT pada hari kedua

hari 2			
titik	jenis famili sesuai bmwp	skor	rata-rata
1	thiaridae	3	3,2
	amnicolidae	3	
	turbificidae	1	
	viviparidae	6	
	sphaeriidae	3	
2	thiaridae	3	3,75
	pilidae	3	
	viviparidae	6	
	planorbidae	3	
3	thiaridae	3	4,5
	pilidae	3	
	viviparidae	6	
	ancilidae	6	

hari 2			
titik	jenis famili sesuai bmwp	skor	rata-rata
4	nassidae	6	4,285
	thiaridae	3	
	pilidae	3	
	lymnaeidae	3	
	viviparidae	6	
	ancilidae	6	
	corbiculidae	3	
5	pleurocera	3	4
	thiaridae	3	
	pilidae	3	
	lymnaeidae	3	
	viviparidae	6	
	ancilidae	6	

Tabel 4.18 hasil analisis dengan metode BMWP ASPT pada hari ketiga

hari 3			
titik	jenis famili sesuai bmwp	skor	rata-rata
1	pelurocera	3	3,2
	thiaridae	3	
	lymnaeidae	3	
	ancilidae	6	
	turbificidae	1	
2	pleurocera	3	3,5
	thiaridae	3	
	pilidae	3	
	viviparidae	6	
	sphaeriidae	3	

hari 3			
titik	jenis famili sesuai bmwp	skor	rata-rata
	planorbidae	3	
3	thiaridae	3	3
	amnicolidae	3	
	pilidae	3	
	lymnaeidae	3	
4	thiaridae	3	4,5
	lymnaeidae	3	
	viviparodae	6	
	ancilidae	6	
5	thiaridae	3	3,6
	pilidae	3	
	lymnaeidae	3	
	ancilidae	6	
	ostreidae	3	

Tabel 4.19 hasil analisis dengan metode BMWP ASPT pada hari keempat

hari 4			
titik	jenis famili sesuai bmwp	skor	rata-rata
1	nassidae	3	3,75
	pleurocera	3	
	thiaridae	3	
	amnicolidae	3	
	viviparidae	6	
	ancilidae	6	
	sphariidae	3	
	ostreidae	3	
2	nassidae	3	3,75

hari 4			
titik	jenis famili sesuai bmwp	skor	rata-rata
	thiaridae	3	
	ancilidae	6	
	sphaeriidae	3	
3	nassidae	3	3,75
	thiaridae	3	
	amnicolidae	3	
	lymnaeidae	3	
	ancilidae	6	
	margaritiferidae	6	
	sphaeriidae	3	
4	ostreidae	3	3,6
	thiaridae	3	
	amnicolidae	3	
	ancilidae	6	
	sphaeriidae	3	
5	ostreidae	3	3,429
	thiaridae	3	
	amnicolidae	3	
	pilidae	3	
	lymnaeidae	3	
	ancilidae	6	
	sphaeriidae	3	
ostreidae	3		

Nilai yang didapat pada perhitungan makroinvertebrata diatas kemudian di interpretasikan ke dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4.20 Skor BMWP ASPT

Kelas	Skor BMWP ASPT	Keterangan
I	10,0-8,0	Tidak Tercemar
II	7,9-6,0	Agak Tercemar
III	5,9-4,0	Tercemar Sedang
IV	3,9-2,0	Tercemar Berat
V	1,9-0	Tercemar Sangat Berat

Sumber: Unggul, 2006

Berikut merupakan hasil intepretasi metode BMWP ASPT

Tabel 4.21 Hasil intepretasi metode BMWP-ASPT

titik	hari 1	hari 2	hari 3	hari 4	rata-rata	hasil
1	3,13	3,20	3,20	3,75	3,45	tercemar berat
2	3,57	3,75	3,50	3,75	3,13	tercemar berat
3	4,25	4,50	3,00	3,75	3,78	tercemar berat
4	3,75	4,29	4,50	3,60	3,72	tercemar berat
5	4,00	4,00	3,60	3,43	3,65	tercemar berat

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil intepretasi metode BMWP ASPT untuk Saluran Kalidami adalah tercemar berat. Berdasarkan tabel skor untuk metode BMWP ASPT tercemar berat berada pada kelas 4.

4.6 Kesesuaian Kualitas Air

Kesesuaian kualitas ini berdasarkan hasil analisis metode LISEC Score untuk parameter fisik-kimia dan metode BMWP ASPT untuk parameter biologi. Korelasi ini menggunakan korelasi sederhana. Korelasi sederhana digunakan untuk mengetahui hubungan di antara dua variabel, dan jika ada hubungan, bagaimana arah hubungan tersebut. Keeratan hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lain biasa disebut dengan Koefisien Korelasi yang ditandai dengan "r". Koefisien korelasi mempunyai nilai $(r) -1 < r < 1$, menyatakan ada hubungan linier sempurna langsung (korelasi positif) antara X dan Y. harga-harga (r) lainnya bergerak antara -1 dan +1 dimana tanda negatif (-)

menyatakan korelasi tak langsung dan tanda positif (+) menyatakan korelasi langsung. Perbandingan antara kedua metode tersebut dapat dilihat di Tabel 4.22 sampai Tabel 4.26.

Tabel 4.22 Nilai Korelasi Metode Lisec Score dan BMWP ASPT pada titik 1

titik 1		
hari	LISEC Score	BMWP ASPT
1	19	3,125
2	18	3,2
3	17	3,2
4	17	3,75
korelasi	-0,608472431	

Tabel 4.23 Nilai Korelasi Metode Lisec Score dan BMWP ASPT pada titik 2

titik 2		
hari	LISEC Score	BMWP ASPT
1	20	3,57
2	20	3,75
3	19	3,5
4	18	3,75
korelasi	-0,195646395	

Tabel 4.24 Nilai Korelasi Metode Lisec Score dan BMWP ASPT pada titik 3

titik 3		
hari	LISEC Score	BMWP ASPT
1	19	4,25
2	18	4,5
3	20	3

titik 3		
hari	LISEC Score	BMWP ASPT
4	18	3,75
korelasi	-0,723746864	

Tabel 4.25 Nilai Korelasi Metode Lisec Score dan BMWP ASPT pada titik 4

titik 4		
hari	LISEC Score	BMWP ASPT
1	19	3,75
2	20	4,29
3	19	4,5
4	20	3,6
korelasi	-0,245706818	

Tabel 4.26 Nilai Korelasi Metode Lisec Score dan BMWP ASPT pada titik 5

titik 5		
hari	LISEC Score	BMWP ASPT
1	19	4
2	20	4
3	18	3,6
4	20	3,428
korelasi	0,086040807	

Dari hasil tabel diatas menunjukkan bahwa nilai korelasi antara metode Lisec Score dan metode BMWP ASPT berbeda-beda disetiap titik. Korelasi pada titik 1,2,3 dan 4 menghasilkan skor negatif (-) ini menunjukkan bahwa skor dari kedua metode ini bersifat berkebalikan. Dalam hal ini skor pada LISEC tinggi sedangkan skor pada BMWP-ASPT rendah. Bila koefisien mendekati -1,00, maka diartikan kedua variabel memiliki

hubungan yang berkebalikan atau negatif. Hal ini diartikan bahwa seseorang atau sesuatu dengan skor tinggi pada suatu variabel tertentu akan mempunyai skor yang rendah pada variabel yang lain, atau peningkatan pada suatu variabel akan diasosiasikan dengan penurunan pada variabel lain. Sedangkan pada titik 5 skor korelasi positif (+). Ini menunjukkan skor pada LISEC dan BMWP-ASPT mendapatkan hasil yang sama-sama tinggi. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil penelitian kedua metode tersebut dimana nilai pada setiap parameter LISEC cukup tinggi yang berarti tercemar agak berat. Namun hasil makroinvertebrata yang ditemukan di titik lima cukup banyak yang berarti tercemar ringan.

Untuk data nilai pada setiap titik juga cukup bervariasi. Titik satu menghasilkan skor -0,6 yang berarti korelasi kedua metode kuat. Pada titik dua skor yang didapat adalah -0,19 yang berarti korelasi sangat lemah. Skor pada titik tiga 0,72. Hal ini mengindikasikan korelasi kedua metode pada titik tiga kuat. Titik empat menghasilkan skor 0,24 yang berarti korelasi rendah. Sedangkan titik lima mendapatkan skor 0,08 yang berarti korelasi sangat rendah.

4.7 Langkah Pengelolaan Air pada Saluran Kalidami

Penelitian yang telah dilakukan mendapatkan hasil yaitu kualitas air Saluran Kalidami berada pada kelas 4. Hal ini tidak sesuai dengan Peraturan Daerah Kota Surabaya No 2 Tahun 2004. Peraturan tersebut menyatakan Saluran Kalidami merupakan wilayah perairan dengan kualitas air kelas III. Hasil ini mengindikasikan penurunan kualitas air saluran dan tingginya tingkat pencemaran air disepanjang saluran. Meningkatnya beban pencemaran yang masuk ke perairan sungai disebabkan oleh kebiasaan masyarakat yang berdomisili di sekitar sungai.

Umumnya masyarakat sekitar sungai membuang limbah domestik, baik limbah cair maupun limbah padatnya langsung ke perairan sungai. Hal ini akan memberikan tekanan terhadap ekosistem perairan sungai (Baherem, 2014). (Guo *et al.* 2001) menyebutkan degradasi lingkungan perairan sungai dan danau sangat dipengaruhi oleh subsistem populasi penduduk, subsistem sumberdaya air, subsistem industri, subsistem polusi

(pencemaran), subsistem kualitas air, subsistem pariwisata dan subsistem pertanian.

Dibutuhkan pengelolaan saluran yang baik untuk memperbaiki kualitas air saluran yang sudah tercemar. Pengelolaan sungai memiliki tantangan yang sangat mendasar yaitu bagaimana mengelola sumber daya sungai dan daya dukung lingkungan untuk manfaat manusia secara optimal dan berkelanjutan (Widodo, 2010). Pengendalian pencemaran saluran dapat diatasi dengan cara:

1. Pemberdayaan dan Partisipasi Masyarakat

Tata kelola dan pemeliharaan sungai perlu melibatkan berbagai pihak seperti pemerintah daerah, akademisi dan masyarakat di sekitar sungai. Peran masyarakat sangat dibutuhkan dikarenakan masyarakat melakukan kontak langsung dengan sungai dan merupakan pihak yang paling dekat dengan sungai. Menurut Widodo (2010) distribusi kekuasaan dan pengaruh dalam masyarakat merupakan inti dari banyak tantangan lingkungan sehingga perlu dipertimbangkan pendekatan dalam menyelesaikan masalah tersebut. Hal yang dapat dilakukan adalah membentuk komunitas lokal Saluran Kalidami.

Dengan terbentuknya komunitas tersebut diharapkan akan adanya pelopor dalam perawatan saluran dan menjadi contoh bagi masyarakat tentang tata cara pembuangan limbah ke saluran. Komunitas tersebut dapat membuat agenda-agenda yang dapat dibawa dalam setiap kegiatannya. Proses perubahan sosial akan lebih efektif jika didorong oleh faktor dari dalam yang sering disebut *immanent change*, dimana perubahan dikarenakan oleh ditemukannya berbagai inovasi baru dalam masyarakat itu sendiri (Widodo, 2010).

Pembentukan komunitas ini juga harus dibarengi dengan pembinaan serta pengawasan yang tepat dari penegak hukum agar dapat pengendalian pencemaran dapat terlaksana dengan baik dan pencemaran air dapat berkurang.

2. Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Setempat

Penyebab terbesar menurunnya kualitas air Saluran Kalidami adalah pembuangan limbah domestik yang tidak terkontrol dan langsung ke badan saluran tanpa diolah. Hal ini dikarenakan tidak adanya instalasi pengolahan air limbah yang dapat mengolah limbah domestik.

Pemerintah dapat bekerja sama dengan swasta dan masyarakat dalam membangun IPAL Setempat di kawasan aliran Saluran Kalidami. Dengan dibangunnya IPAL, kualitas air yang masuk ke Saluran Kalidami akan lebih baik dan dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan untuk Saluran Kalidami.

3. Pelibatan masyarakat dalam pembuatan kebijakan

Kebijakan pengendalian pencemaran air dibuat dengan melibatkan masyarakat. Kebijakan pengendalian pencemaran air yang didukung dengan peran masyarakat akan lebih mudah diterapkan didalam masyarakat itu sendiri termasuk pemberian tindakan tegas bagi warga yang melanggar. Pelibatan masyarakat akan secara tidak langsung memberi pengetahuan tentang air limbah dan bahayanya kepada masyarakat.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

BAB 5 PENUTUP

5.1 kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Kualitas air Saluran Kalidami Surabaya berdasarkan metode Kimiawi ada pada tingkatan sangat tercemar dan berada pada kelas 5.
2. Skor indeks biologi metode *Biological Monitoring Working Party Average Score Per Taxon* (BMWP ASPT) Saluran Kalidami Surabaya ada pada tingkatan tercemar berat dan berada pada kelas 4.
3. Korelasi antara metode LISEC Score dan BMWP ASPT pada tiap titik adalah:
Titik 1: kuat tidak langsung
Titik 2: sangat lemah tidak langsung
Titik 3: sangat kuat tidak langsung
Titik 4: lemah tidak langsung
Titik 5: sangat lemah langsung
4. Pengelolaan Saluran Kalidami dapat dilakukan dengan kerjasama antara pemerintah dan masyarakat seperti pembangunan IPAL, pembentukan komunitas yang fokus menjaga Saluran Kalidami dan pembentukan kebijakan yang melibatkan masyarakat.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian kualitas air Saluran Kalidami adalah perlu adanya penelitian lebih lanjut sepanjang tahun untuk mendata jenis makroinvertebrata yang ada di saluran. Penelitian lebih lanjut juga perlu dilakukan untuk kelanjutan pengendalian pencemaran yang akan dilakukan, terlebih kondisi masyarakat yang belum sadar akan adanya dampak yang lebih serius akibat pembuangan limbah di daerah sekitar saluran.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Baherem., Suprihatin., Nastiti SW, 2014, *Strateri Pengelolaan Sungai Cibanten Provinsi Banten Berdasarkan Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Air dan Kapasitas Asimilasi*. **Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan**. Vol 4(1):60-69
- Balaban, A dan Elena, C. 2006. *The Comparison of The Belgian Biotik Index With Physico-chemical Analyses for Danube Water*. **Jurnal Anul XV** Volume II Halaman 21-25
- Dini, S. 2011. *Evaluasi Kualitas Air Sungai Ciliwung Di Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Tahun 2000-2010*. Skripsi Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat. Depok : Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia
- Duran, M. 2006. *Monitoring Water Quality Using Benthic Macroinvertebrates and Physicochemical Parameters of Behzat Stream in Turkey*. Polish J.Environ.Study Volume 15 No 5 Halaman 709-717
- Dwitawati, DA., Sulistyarsi, A dan Widiyanto, J. 2015. *Biomonitoring Kualitas Air Sungai Gandong dengan Bioindikator Makroinvertebrata Sebagai Bahan Petunjuk Praktikum pada Pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan SMP Kelas VII*. Madiun. Volume 2 No 1 Halaman 41-46
- Giasi, Cici. 2015. *Identifikasi Mikroalga Epilitik sebagai Biomonitoring Lingkungan Perairan Sungai Bone*. Jurusan Biologi Universitas Negeri Gorontalo
- Grahari, ET. 2015. *Kesesuaian antara Pemeriksaan Kualitas Air Metode Kimiawi dengan Metode Extended Trent Biotik Index terhadap Air Sungai Kaliwonokromo Surabaya*. Tugas Akhir
- Guo, H. C., L. Liu, Gii Huang, G. A. Fuller, R. Zou, Y. Y. Yin, 2001. *A system Dynamic Approach for Regional Environmental Planning and Management: A Study for*

the Lake Erhai Basin. Journal Environmental Management **61**, pp.93-111.

- Hakim, Ayu RW., Yulinah T. 2012. *Studi Kualitas Air Sungai Brantas Berdasarkan Makroinvertebrata. Jurnal Sains dan Seni Pomits*. Vol 1(1):1-6
- Lestari, Iin Winda. 2011. *Bioassessment Kualitas Air Sungai Rejoso di Kecamatan Rejoso Pasuruan dengan Makroinvertebrata*. Tugas Akhir.
- Mariantika, Lina., Catur R. 2014. *Perubahan Struktur Komunitas Makroinvertebrata Bentos Akibat Aktivitas Manusia di Sungai Mata Air Sumber Awan Kecamatan Singosari Kabupaten Malang. Jurnal Biontopika*. Vol 2(5)
- Maruru, SM. 2012. *Studi Kualitas Air Sungai Bone dengan Metode Biomonitoring*. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo
- Mukono, H. 2006. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press
- Patty, Simon I. 2013. *Kadar Fosfat, Nitrat dan Oksigen Terlarut di Perairan Pulau Talise, Sulawesi Utara. Jurnal Ilmiah Platax*. Vol 1(4)
- Peni, Indah. 2006. *Tugas Akhir Biomonitoring Kualitas Air Sungai Sampeyan Bondowoso dilihat dari Keanekaragaman Makroinvertebrata dan Kualitas Ekologi Struktur Sungai*. Teknik Lingkungan ITS Surabaya : ITS Press.
- Perda Kota Surabaya No 2 Tahun 2004. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*
- Pergub Jatim No 61 Tahun 2010. *Penerapan Kelas Air pada Sungai*
- PP Nomor 82 Tahun 2001. 2012. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*
- Rahayu, Rudy, Meine, Indra dan Bruno. 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor: WAC

- Rahmawati, Noviana Nur., Catur Retnaningdyah. 2015. *Struktur Komunitas Makroinvertebrata Bentos di Sungai Mata Air Nyolo Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang*. **Jurnal Biotropika** Vol 3(1):21-22
- Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan*. **Jurnal Oseana**, Vol XXX(3):21-26
- Septiani, Bernadetha YA., A, Wibowo NJ., Felicia Zahida. 2014. *Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos sebagai Penentu Kualitas Air Sungai Mruwe Yogyakarta*. Fakultas Teknionologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- Setyono, Prabang., Endang Sutarningsih Soetarto. 2008. *Biomonitoring Degradasi Ekosistem Akibat Limbah CPO di Muara Sungai Mentaya Kalimantan Tengah dengan Metode Elektromorf Iozim Esterase*. **Jurnal Biodiversitas** 9(3):232-236
- Silalahi, Juliana. 2010. *Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Perairan Balige Danau Toba*. Universitas Sumatra Utara. Medan
- Simanjuntak, Marojahan. 2009. *Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung*. **Jurnal Perikanan** Vol XI(3):31-45
- Sinaga, Tiorinse. 2009. *Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir*. Universitas Sumatra Utara. Medan
- Tuahatu, Julian W., Simon Tubalawony. 2009. *Sebaran Nitrat dan Fosfat pada Massa Air Permukaan Selama Bulan Mei 2008 di Teluk Ambon Bagian Dalam*. **Jurnal Triton**. Vol 5(1):34-40
- US-EPA. 2011. *Life Cycle of Aquatic Insect*. Amerika Serikat

- Widiyanto, J dan Sulistyarsi, A. 2016. *Biomonitoring Kualitas Air Sungai Madiun dengan Bioindikator Makroinvertebrata*. Madiun. Vol 4(1)
- Widodo, B., Ribut Lupiyanto., Donan Wijaya, 2010, Pengelolaan Kawasan Sungai Code Berbasis Masyarakat, **Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan**. Vol 2(1):7-20
- Zeybek, Melek., Hasan, K., Büşra, K., Seda, Ö. 2014. *The Use of BMWP and ASPT Indices for Evaluation of Water Quality According to Macroinvertebrates in Değirmendere Stream (Isparta, Turkey)*. **Jurnal Turk J Zool** Vol 38:603-613
- Zhou, Q., Zhang,J., Fu, J., Shi, J., Jiang, G. 2008. *Biomonitoring : An Appealing Tool for Assessment of Metal Pollution in the Aquatic Ecosystem*. Chinese Academy of Sciences.Beijing.

LAMPIRAN

PROSEDUR ANALISIS LABORATORIUM

1. Analisis BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Alat dan Bahan

1. Larutan buffer fosfat
2. Larutan $MgSO_4$
3. Larutan $CaCl_2$
4. Larutan $FeCl_3$
5. Larutan $MnSO_4$
6. Larutan pereaksi oksigen
7. Larutan indikator amilum 1%
8. Larutan natrium thiosulfat 0,0125 N
9. H_2SO_4 Pekat
- 10.1 buah labu ukur berukuran 500 mL
- 11.2 buah botol winkler 300 mL dan 2 buah botol winkler 150 ml
12. Gelas ukur 100 ml
13. Pipet ukur 10 ml
14. Pipet tetes
15. Erlenmeyer 250 ml
16. Inkubator suhu 20°C

Prosedur Analisis Pembuatan Air Pengencer:

1. Memasukkan air kran ke dalam ember plastik sebanyak 1 liter
2. Menambahkan 1 ml larutan buffer fosfat ke dalam ember
3. Menambahkan 1 ml larutan $MgSO_4$ ke dalam ember
4. Menambahkan 1 ml larutan $CaCl_2$ ke dalam ember
5. Menambahkan 1 ml larutan $FeCl_3$ ke dalam ember
6. Menambahkan 1 ml larutan bakterike dalam ember (larutan bakteri terbuat dari air kolam yang sudah diaerasi selama 2 jam)
7. Melakukan aerasi larutan di dalam ember selama 2 jam

Prosedur Analisis BOD₅:

1. Untuk menganalisis BOD harus diketahui besarnya pengenceran melalui angka $KMnO_4$ sebagai berikut

$$P = \frac{\text{angka KMnO}_4}{3 \text{ atau } 5}$$

2. Menyiapkan sampel sesuai dengan perhitungan pengenceran, kemudian menuangkan sampel ke dalam labu ukur 500 ml dan menambahkan air pengencer hingga tanda batas
3. Menuangkan air sampel ke dalam 1 botol winkler 300 mL dan 1 botol winler 150 mL hingga tumpah kemudian ditutup dengan hati – hati
8. Menuangkan air pengencer sebagai blanko ke dalam 1 botol winkler 300 mL dan 1 botol winler 150 mL hingga tumpah kemudian ditutup dengan hati- hati
9. Membungkus 2 botol winkler 300 ml menggunakan *plastic wrap*
10. Memasukkan 2 botol winkler 300 mL ke dalam inkubator 20 °C selama 5 hari.
11. Menganalisis kadar oksigen terlarut (DO) larutan yang berada di dalam 2 buah botol winkler 150 ml, dengan prosedur berikut:
 - Menambahkan 1 ml MnSO₄
 - Menambahkan 1 ml pereaksi oksigen
 - Menutup botol winkler dengan hati-hati kemudian mengocoknya beberapa kali
 - Membiarkan gumpalan mengendap selama 5-10 menit
 - Menambahkan 1 ml H₂SO₄ pekat kemudian menutup botol dan mengocoknya kembali
 - Menuangkan 100 ml larutan ke dalam Erlenmeyer 250 ml
 - Menambahkan 3 tetes indikator amilum
 - Titrasi larutan dengan larutan natrium tiosulfat 0,0125 N sampai warna biru hilang menjadi bening
12. Setelah 5 hari, analisis kadar oksigen terlarut (DO) kedua larutan dalam botol winkler 300 ml (prosedur analisis DO sama dengan langkah pada nomor 11)
13. Perhitungan nilai BOD dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$BOD_5^{20} \text{ (mg/L)} = \frac{[(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)] \times (1 - P)}{P}$$

$$P = \frac{\text{mL sampel}}{\text{volume hasil pengenceran (500 mL)}}$$

Keterangan:

X_0 : DO sampel pada $t = 0$

X_5 : DO sampel pada $t = 5$

B_0 : DO blanko pada $t = 0$

B_5 : DO blanko pada $t = 5$

P : derajat pengenceran

2. Analisis DO (*Dissolved Oxygen*)

Alat dan Bahan

1. Larutan mangan sulfat ($MnSO_4$)
2. Larutan pereaksi oksigen
3. Larutan asam sulfat (H_2SO_4) pekat
4. Larutan indikator amilum 1 %
5. Larutan standart natrium tiosulfat 0,0125 N
6. Botol winkler 150 mL 1 buah
7. Gelas ukur 100 mL 1 buah
8. Erlenmeyer 250 mL 1 buah
9. Buret 25 mL 1 buah
10. *Beaker glass* 50 mL 1 buah
11. Pipet 5 mL dan 10 mL
12. Pipet tetes 1 buah

Prosedur Analisis:

1. Mengambil sampel langsung dengan cara memasukkan botok winkler 150 ml ke dalam air sampai botol winkler penuh selanjutnya tutup botol
2. Menambahkan 1 ml $MnSO_4$
3. Menambahkan 1 ml pereaksi oksigen
4. Menutup botol winkler dengan hati-hati kemudian mengocoknya beberapa kali
5. Membiarkan gumpalan mengendap selama 5-10 menit
6. Menambahkan 1 ml H_2SO_4 pekat kemudian menutup botol dan mengocoknya kembali
7. Menuangkan 100 ml larutan ke dalam Erlenmeyer 250 ml

8. Menambahkan 3 tetes indikator amilum
9. Titrasi larutan dengan larutan natrium tiosulfat 0,0125 N sampai warna biru hilang menjadi bening
10. Menghitung oksigen terlarut dengan menggunakan rumus:

$$DO \text{ (mg/L)} = \frac{a \times N \times 8000}{100 \text{ mL}}$$

Keterangan :

a : volume titran (mL)

N : normalitas larutan Na-tiosulfat (0,0125 N)

100 mL: volume sampel yang digunakan dalam titrasi

3. Analisis Amonium (NH₄⁺)

Alat dan Bahan

1. Larutan amonium molybdate (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O
2. Larutan klorid timah (SnCl)

Erlenmeyer Alat dan Bahan

1. Larutan garam signet
2. Larutan nessler
3. Spektrofotometer dan kuvet
4. Erlenmeyer 100 ml 2 buah
5. Pipet 25 ml, 10 ml, dan 5 ml
6. Pipet tetes 1 buah

Prosedur Analisis:

1. Ambil 2 buah erlenmeyer 100 ml, isi masing-masing dengan sampel air dan air aquadest (sebagai blanko) sebanyak 25 ml
2. Menambahkan 1 ml larutan nessler
3. Menambahkan 1,25 ml larutan garam signet
4. mengaduk dan membiarkan selama 10 menit
5. Membaca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 411 μm
6. Absorbansi dari hasil pembacaan, dihitung dengan rumus hasil kalibrasi atau dibaca dengan kurva kalibrasi.

3. Analisis Fosfat (PO₄³⁻)

1. 100 ml 2 buah
2. Spektrofotometer dan kuvet

3. Pipet 25 ml, 10 ml, dan 5 ml
4. Pipet tetes 1 buah

Prosedur Analisis:

1. Mengambil 2 buah erlenmeyer 100 ml, isi masing-masing dengan sampel air dan air aquadest (sebagai blanko) sebanyak 25 ml
2. Menambahkan 1 ml larutan amonium molybdate
3. Menambahkan 2-3 tetes larutan klorid timah
4. Mengaduk dan membiarkan selama 7 menit
5. Membaca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 650 μm

Absorbansi dari hasil pembacaan, dihitung dengan rumus hasil kalibrasi atau dibaca dengan kurva kalibrasi

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN B
HASIL ANALISIS KUALITAS AIR

titik 1								
sampling	pH	suhu	kekeruhan	DO (mg/L)	PV (mg/L)	BOD (mg/L)	Amonium (mg/L)	Fosfat (mg/L)
1	7,42	30,5	27,08	0,0	126,78	21,93	4,58	3,74
2	7,41	31	30,5	0,5	142,83	19,95	3,85	1,26
3	7,35	29	32	0,0	128,93	24,98	1,99	1,41
4	6,97	28	30	0,6	91,01	14,41	1,72	2,85

titik 2								
sampling	pH	suhu	kekeruhan	DO (mg/L)	PV (mg/L)	BOD (mg/L)	Amonium (mg/L)	Fosfat (mg/L)
1	7,43	30	30,9	0,3	104,91	18,17	5,44	2,23
2	7,48	31	25,1	0,0	165,58	18,34	5,39	1,68
3	7,3	29	26	0,0	132,72	23,11	5,69	1,28
4	7,02	29	23,9	0,0	107,44	20,02	4,24	1,22

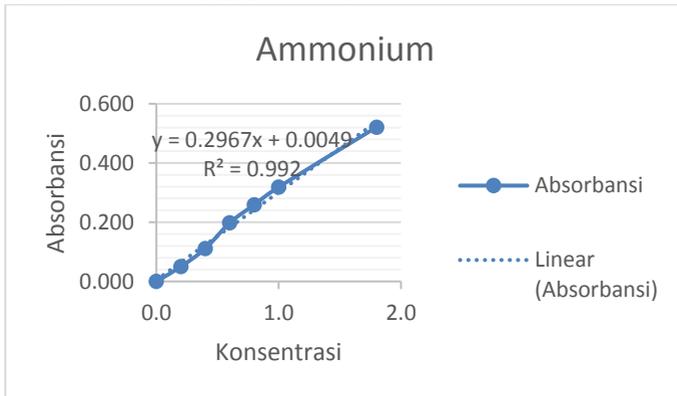
titik 3								
sampling	pH	suhu	kekeruhan	DO (mg/L)	PV (mg/L)	BOD (mg/L)	Amonium (mg/L)	Fosfat (mg/L)
1	7,62	30	29,2	0,9	86,0	15,7	4,4	2,1
2	7,45	31	26,8	0,8	95,4	13,3	5,5	1,2
3	7,23	30	27	1,0	151,7	16,6	5,5	2,3
4	7,1	29	25	1,0	89,7	14,3	4,9	2,1

titik 4								
sampling	pH	suhu	kekeruhan	DO (mg/L)	PV (mg/L)	BOD (mg/L)	Amonium (mg/L)	Fosfat (mg/L)
1	7,52	31	25,1	0,7	111,2	18,6	4,7	3,9

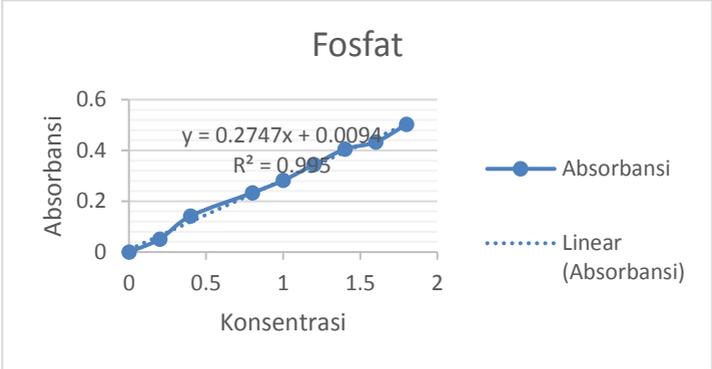
titik 4								
sampling	pH	suhu	kekeruhan	DO (mg/L)	PV (mg/L)	BOD (mg/L)	Amonium (mg/L)	Fosfat (mg/L)
2	7,59	31	30,5	0,5	113,1	17,1	5,6	2,4
3	7,29	30	32	0,0	144,1	23,8	4,9	2,1
4	7,11	30	31,2	0,0	103,6	17,3	5,2	2,3

titik 5								
sampling	pH	suhu	kekeruhan	DO (mg/L)	PV (mg/L)	BOD (mg/L)	Amonium (mg/L)	Fosfat (mg/L)
1	7,53	31,5	24	0,0	103,6	19,1	6,4	1,4
2	7,56	31	25	0,0	144,1	20,9	5,9	3,4
3	7,23	31	19	0,3	151,7	22,3	4,9	1,5
4	7,15	30	27	0,0	93,5	19,1	5,7	2,3

HASIL KURVA KALIBRASI AMONIUM



HASIL KURVA KALIBRASI FOSFAT



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN C
 PERATURAN BAKU MUTU
 PP No 82 Tahun 2001

parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
FISIKA						
Temperatur	°C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi temperate dari keadaan alamiahnya
KIMIA ORGANIK						
pH		6-9	6-9	6-9	6-9	Apabila secara alamiah diluar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiah
BOD	mg/L	2	3	6	12	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total fosfat sebagai P	mg/L	0,2	0,2	1	5	Angka batas minimum
NO ₃ sebagai N	mg/L 10	10	10	20	20	

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN D
DOKUMENTASI



“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”

LAMPIRAN E

ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan untuk pengambilan contoh di lapangan yaitu :

- ✓ Karung plastik untuk membawa peralatan dan contoh dari lapangan
- ✓ Tali sepanjang 10 m
- ✓ Pinset
- ✓ Plastik berkapasitas 1 kg
- ✓ Spidol anti air
- ✓ Karet gelang
- ✓ Papan dada
- ✓ Pensil
- ✓ GPS
- ✓ Jaring (dengan ukuran mesh 500 μm)

Jenis jaring yang digunakan untuk mengambil contoh makroinvertebrata berbeda-beda tergantung pada jenis substrat dasar sungai. Berdasarkan kondisi substrat dasar sungai, jaring yang digunakan dibedakan menjadi:

✓ *Driftnet sampler.*

Jaring ini digunakan untuk mengambil contoh makroinvertebrata pada sungai yang dasar sungainya berupa lumpur dan pada lokasi yang kemiringannya rendah

✓ *Surber sampler net.*

Jaring ini digunakan untuk mengambil contoh makroinvertebrata pada sungai yang dasar sungainya berbatu, berkerikil dan alirannya deras.

Pengambilan contoh dilakukan dengan menempatkan jaring pada dasar sungai. Tempat di sekitar kerangka jaring diaduk agar makroinvertebrata yang ada di antara bebatuan terhanyut oleh air dan menyangkut di jaring. Cara tersebut dapat diulang paling sedikit 4 kali per lokasi contoh.

Kemudian untuk alat dan bahan pemisahan dan identifikasi makroinvertebrata yaitu :

- ✓ Baki atau nampan
- ✓ Saringan (dengan ukuran mesh 500 μm)
- ✓ Pinset
- ✓ Label
- ✓ Pensil
- ✓ Cairan pengawet (alkohol 70% atau formalin 4%)
- ✓ Botol plastik

LAMPIRAN F

METODE PENGUKURAN

A. Metode Pengukuran Kualitas Air Secara Fisik-Kimia

Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel air adalah sebagai berikut :

- ✓ Botol (kapasitas disesuaikan dengan *volume* air yang dibutuhkan)
- ✓ Label
- ✓ Spidol permanen
- ✓ Alat pengambil air yang terdiri dari pipa panjang dengan botol

Cara Pengambilan Sampel Air

1. Apabila medan yang susah, sampel air diambil menggunakan botol timbal yang mempunyai rantai besi dan tali yang sudah ditandai tiap meternya.
2. Meteran kayu di masukkan kedalam tepi Sungai.
3. Dilihat kedalaman air dan tentukan permukaan, tengah, dan dasar sampel air yang akan diambil.
4. Ambil sampel air menggunakan botol kaca atau botol winkler pada permukaan, tengah, dan dasar.
5. Ambil sampel air dengan berlawanan arus aliran Sungai.
6. Sampel air yang sudah diperoleh diberi tanda (label) pada botol kaca.
7. Setelah sampel air diperoleh dilakukan analisis langsung dilapangan untuk parameter DO dan suhu.
8. Sampel air parameter yang lain analisis dilanjutkan di laboratorium.

Metode analisis kualitas air yang digunakan adalah sebagai berikut:

- ✓ pH dan suhu: pengukuran langsung dengan pH meter
- ✓ Kekeruhan: pengukuran langsung dengan turbidimeter
- ✓ *Dissolved oxygen*: titrasi dengan menggunakan tiosulfat
- ✓ Amonium: metode *Nessler*
- ✓ Fosfat: metode spektrofotometri

B. Metoda Pengukuran Kualitas Air Biologi

Secara umum, cara pengambilan sampel makroinvertebrata dibagi menjadi 4 tahap yaitu:

1. Sampling makroinvertebrata

Pengambilan sampel dilakukan dengan lama waktu sampling efektif 10 menit menggunakan *Petersen Grab* untuk mendapatkan makroinvertebrata yang melekat di dalam sedimen Sungai. Tahap-tahap yang dilakukan untuk pengambilan sampel air adalah:

- ✓ Substrat dasar Sungai diaduk dengan menggunakan kaki
- ✓ Batu-batu yang ada di Sungai, ranting-ranting, dan akar tumbuhan yang menggantung di tebing Sungai digoyangkan
- ✓ Jaring ditempatkan dan aliran air yang telah diaduk ditampung (bercampur bahan terlarut)
- ✓ Pada substrat bebatuan, jaring ditempatkan pada tempat yang mudah dijangkau dan ambil sampel lebih banyak
- ✓ Pada substrat pasir, jaring ditempatkan sedikit di atas dasar Sungai agar tidak banyak pasir yang terbawa
- ✓ Sampel yang diambil dari jaring dimasukkan ke dalam botol.
- ✓ Kembalikan ke Sungai apabila ditemukan jenis hewan lain masuk ke jaring seperti ikan, karena hewan yang diamati hanya kelompok makroinvertebrata
- ✓ Periksa terlebih dahulu hewan lain sebelum dikembalikan ke Sungai dan pastikan bahwa tidak ada makroinvertebrata yang menempel di tubuh hewan tersebut

2. Beri label berupa kode, waktu dan tempat pengambilan sampel pada wadah (lakukan *double coding* untuk memastikan label tidak hilang karena luntur oleh air atau lumpur).

3. Pemisahan makroinvertebrata

Substrat yang terangkat dipisahkan dari makroinvertebrata menggunakan jaring yang berukuran 500 μ m. Sampel dipisahkan dari lumpur, ranting, maupun batu-batu yang

terbawa pada saat pengambilan sampel menggunakan pinset dan wadah sortir. Untuk tahap-tahap pemisahan sampel secara detail adalah sebagai berikut :

- ✓ Pisahkan sampel dari lumpur, ranting maupun batu-batu yang terbawa pada saat pengambilan sampel
- ✓ Lakukan segera untuk menghindari kerusakan pada tubuh makroinvertebrata, jangan menunda proses pemisahan sampai lebih dari dua hari
- ✓ Ambil makroinvertebrata dari kantong sampel sedikit demi sedikit
- ✓ Letakkan pada saringan
- ✓ Siram dengan air bersih untuk menghilangkan lumpur
- ✓ Ambil bagian yang tertinggal pada saringan
- ✓ Pindahkan ke dalam wadah nampan/baki plastik
- ✓ Tambahkan sedikit air
- ✓ Pisahkan untuk tiap-tiap jenis yang berbeda

4. Pengawetan makroinvertebrata

Pengawetan sampel dilakukan menggunakan alkohol 70% agar sampel tetap dalam kondisi baik hingga sampel dianalisis di laboratorium.

5. Identifikasi makroinvertebrata

Identifikasi keanekaragaman makroinvertebrata menyesuaikan dengan tabel BMWP ASPT. Identifikasi sampel hewan dimasukkan dalam wadah untuk diamati. (Rahayu et al., 2009)



BIOGRAFI PENULIS

Penulis dilahirkan di Bekasi, 7 Juni 1995. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis mengenyam pendidikan TK Rabiah Al Addawiyah Jakarta, dilanjutkan sekolah dasar di SDN Pulogebang 01 Pagi Jakarta Timur. Kemudian melanjutkan sekolah menengah di SMPN 236 Jakarta dan SMAN 103 Jakarta. Penulis melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3313100072

Selama di Jurusan Teknik Lingkungan, penulis tercatat sebagai pengurus komunitas KPPL selama 2 tahun pada tahun kedua dan ketiga kuliah. Penulis juga aktif sebagai panitia di kegiatan kampus. Pada tahun 2016, penulis mengikuti kerja praktik di PT Pertamina RU IV Cilacap selama 1,5 bulan. Pada tahun 2017, penulis mengikuti pelatihan ISO 14001:2015 yang diadakan di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS. Penulis dapat dihubungi melalui email di wulanesaanestiana@gmail.com