HUBUNGAN STRUKTUR KOMUNITAS DAN INDEKS EKOLOGI MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DENGAN PARAMETER FISIKA KIMIA DI SUNGAI CANDI, SIDOARJO

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Aldentio Emir Russo
H 75214014

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA
2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Aldentio Emir Russo
NIM	: H75214014
Program Studi	: Teknik Lingkungan
Angkatan	: 2014

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "HUBUNGAN STRUKTUR KOMUNITAS DAN INDEKS EKOLOGI MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DENGAN PARAMETER FISIKA KIMIA DI SUNGAI CANDI, SIDOARJO". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiasi, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya. 23 Oktober 2020

Yang Mernyatakan

Aldentio Emir Russo

H75214014

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir oleh:

NAMA	: ALDENTIO EMIR RUSSO
NIM	: H75214014
JUDUL	: HUBUNGAN STRUKTUR KOMUNITAS DAN INDEKS EKOLOGI MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DENGAN PARAMETER FISIKA KIMIA DI SUNGAI CANDI, SIDOARJO

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 24 Oktober 2020

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Ida Munfarida M.Si, M.T	Rr Diah Nugraheni Setyowati M.T.
NIP. 198411302015032001	NIP 198205012014032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Aldentio Emir Russo ini telah dipertahankan
didepan tim penguji tugas akhir
di Surabaya 27 Oktober 2020

Mengesahkan.
Dewan Penguji

Dosen Penguji I

Ida Munfarida M.Si, M.T
NIP. 198411302015032001

Dosen Penguji II

Rr Diah Nugraheni Setyowati M.T.
NIP 198205012014032001

Dosen Penguji III

Sulistiya Nengse, M.T
NIP. 201603320

Dosen Penguji IV

Yusrianti M.T
NIP 198210222014032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Dr. Evi Fatmatur Rusydiyah. M.Ag
NIP. 197312272005012003

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Aldentio Emir Russo
NIM : H75214014
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : Aldentior@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

HUBUNGAN STRUKTUR KOMUNITAS DAN INDEKS EKOLOGI MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DENGAN PARAMETER FISIKA KIMIA DI SUNGAI CANDI, SIDOARJO

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 7 November 2020

Penulis

Aldentio Emir Russo

ABSTRAK

Sungai Candi terletak di Kecamatan Candi, Sidoarjo. Penggunaan lahan di sekitar Sungai Candi sangat beragam berupa lahan pertanian, pemukiman masyarakat serta terdapat Pabrik Gula Candi. Adanya penggunaan lahan di dekat sungai dapat menyebabkan pencemaran sungai dari aktivitas masyarakat dalam penggunaan lahan yang mempengaruhi tingkat kualitas air. Dalam upaya mengetahui seberapa tinggi pencemaran air yang terjadi di Sungai Candi Sidoarjo, penelitian ini dilakukan berdasarkan struktur komunitas, kuantitas ekologi makrozoobentos yang selanjutnya dihubungkan dengan kondisi parameter fisika kimia pada Sungai Candi Sidoarjo. Dalam pengambilan kualitas air Sungai Candi Sidoarjo dibagi menjadi 3 Stasiun, yaitu daerah tanpa aktivitas manusia, aktivitas pabrik Gula Candi, aktivitas pemukiman. Hasil penelitian pada Sungai Candi Sidoarjo diperoleh keberadaan sebaran makrozoobentos Kelas Gastropoda, Bivalvia dan Oligochaeta. Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman pada Stasiun 1 dan 2 memiliki nilai 1,99 dan 1,22 termasuk keanekaragaman sedang (tercemar sedang) dan Stasiun 3 memiliki nilai 0,32 termasuk keanekaragaman rendah (tercemar berat). Nilai indeks keseragaman pada Stasiun 1 memiliki nilai 0,90 kategori (keseragaman tinggi), Stasiun 2 memiliki nilai 0,56 kategori (keseragaman sedang), dan Stasiun 3 memiliki nilai 0,14 kategori (keseragaman rendah). Nilai indeks dominansi pada 3 stasiun termasuk dalam kategori rendah yaitu dengan kisaran 0,00 - 0,15. Hasil uji korelasi parameter perairan dengan indeks ekologi menggunakan SPSS diperoleh hasil parameter suhu, pH, TSS, BOD dan COD memiliki nilai korelasi negatif. Berbeda halnya dengan parameter DO yang memiliki nilai korelasi positif.

Kata Kunci : Sungai Candi, kualitas air, makrozoobentos, struktur komunitas, indeks ekologi, korelasi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ABSTRACT

Candi River is located in Candi District, Sidoarjo Regency, East Java. Land use in the Candi River area is diverse starting form of agricultural land, community settlements and Candi Sugar Factory. This condition raises river pollution potential resulting from community activities in land use which can affect water quality in the Candi River. To find out how much water pollution in the Candi Sidoarjo River, this research was conducted based on the community structure, the quantity of macrozoobentos ecological index which then corelated to the condition of the physical and chemical parameters of the water. In taking water quality, Candi Sidoarjo River is divided into 3 stations, areas without human activities, activities of Candi Sugar factory and settlements. The results of the research on Candi Sidoarjo River showed that the distribution of macrozoobentos, namely Gastropods, Bivalves and Oligochaeta classes. Based on the value of the diversity index at the three stations at Station 1 and 2, it has a value of 1.99 and 1, 22 which includes moderate diversity (moderate pollution) at Station 3 has a value of 0.32 including low diversity (heavily polluted). The uniformity index value at the three stations at Station 1 has a value of 0.90 including high uniformity, Station 2 has a value of 0.56 including moderate uniformity, and Station 3 has a value of 0.14 including low uniformity. The dominance index values at the three stations are included in the low category in the range of 0.00 - 0.15. The results of the correlation test between water parameters and ecological index using SPSS showed that the parameters of temperature, pH, TSS, BOD and COD had a negative correlation value. In contrast, the DO parameter has a positive correlation value.

Keywords: *Candi River, water quality, macrozoobentos, community structure, ecological index, correlation*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
PERNYATAAN KEASLIAN ..... **ii**
LEMBAR PESETUJUAN PEMBIMBING ..... **iii**
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR ..... **iv**
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
ABSTRAK ..... **vii**
ABSTRACT ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Ekosistem Sungai 6
2.2 Pencemaran Air 6
2.3 Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan 8
2.3.1 Organisme Bentos 8
2.3.2 Organisme Makrozoobentos 9

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.3.3 Identifikasi Makrozoobentos 10
2.3.4 Struktur Komunitas Makrozoobentos 12
2.3.5 Indeks Ekologi Makrobentos 13
2.3.6 Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan 15
2.4 Faktor Parameter Fisika Kimia dalam Perairan 19
2.4.1 Kualitas Fisika dalam Perairan 19
2.4.2 Kualitas Kimia dalam Perairan 22
2.5 Hubungan Faktor Lingkungan Perairan dengan Faktor Biotik Keanekaragaman Makrozoobentos 25
2.6 Penelitian Terdahulu 28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 34
3.1 Rancangan Penelitian 34
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian 34
3.3 Alat dan Bahan 36
3.4 Tahapan Penelitian 37
3.4.1 Tahap Persiapan 39
3.4.2 Tahap Pengambilan Data 39
3.4.3 Tahap Pengolahan Data 43
3.4.4 Tahap Analisis Data 46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 51
4.1 Parameter Lingkungan di perairan Sungai Candi Sidoarjo 51
4.1.1 Kondisi Parameter Fisika Kimia di Sungai Candi Sidoarjo 52
4.2 Struktur Komunitas dan Indeks Ekologi Makrozoobentos pada Sungai Candi Sidoarjo 57
4.2.1 Identifikasi Makrozoobentos 57

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.2 Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Setiap Stasiun 62
4.2.3 Komposisi Jenis Makrozoobentos pada Setiap Stasiun 63
4.2.4 Kelimpahan Rata-Rata Makrozoobentos..... 69
4.2.5 Kelimpahan Relatif Makrozoobentos..... 70
4.2.6 Indeks Ekologi (Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi) Makrozoobentos..... 74
4.3 Hubungan Korelasi antara Struktur Komunitas dan Indeks Ekologi Makrozoobentos dengan Parameter Fisika Kimia pada Sungai Candi Sidoarjo 78
BAB V PENUTUP 87
5.1 Kesimpulan..... 87
5.2 Saran..... 88
DAFTAR PUSTAKA 89
LAMPIRAN

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Mutu Air Berdasarkan Peraturan Pemerintah Rebuplik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 7

Tabel 2.2 Kategori Indeks Keanekaragaman 13

Tabel 2.3 Kategori Indeks Keseragaman 14

Tabel 2.4 Kategori Indeks Dominansi 15

Tabel 2.5 Makrozoobentos Indikator untuk menilai pada Tingkat Kualitas Perairan 16

Tabel 2.6 Gambar Makrozoobentos Indikator untuk menilai pada Tingkat Kualitas Perairan 17

Tabel 2.7 Struktur Komunitas Makrozoobentos dalam Kondisi Perairan 18

Tabel 2.8 Klasifikasi Sedimen Dasar Sungai Berdasarkan Diameter Partikel Menurut Skala Wenworth 21

Tabel 2.9 Pengaruh nilai pH terhadap Komunitas Biologi Perairan 23

Tabel 2.10 Hubungan antara beberapa Parameter Fisika Kimia Perairan pada Kehidupan Makrozoobentos 27

Tabel 2.11 Penelitian Terdahulu 28

Tabel 3.1 Alat Dan Bahan yang digunakan Pengambilan Data Lapangan 36

Tabel 3.2 Alat Dan Bahan yang Digunakan untuk Pengujian Laboraturium dan Analisa Data 36

Tabel 3.3 Deskripsi Lokasi Penelitian 39

Tabel 3.4 Tabel Pengamatan 43

Tabel 3.5 Klasifikasi Sedimen Dasar Sungai Berdasarkan Diameter Partikel Menurut Skala Wenworth 44

Tabel 3.6 Kategori Indeks Keanekaragaman 46

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 3.7 Kategori Indeks Keseragaman 47

Tabel 3.8 Kategori Indeks Dominansi..... 48

Tabel 3.9 Kekuatan Hubungan dalam Korelasi..... 50

Tabel 4.1 Parameter Fisika Kimia pada Sungai Candi Sidoarjo 52

Tabel 4.2 Sebaran Spesies Makrozoobentos pada Sungai Candi Sidoarjo 58

Tabel 4.3 Hasil Identifikasi Makrozoobentos di Sungai Candi Sidoarjo 59

Tabel 4.4 Sebaran Spesies Makrozoobentos pada Setiap Stasiun..... 63

Tabel 4.5 Data Parameter Fisika Kimia (X) dan Indeks Keanekaragaman (Y) pada Sungai Candi, Sidoarjo 78

Tabel 4.6 Data Parameter Fisika Kimia (X) dan Indeks Dominansi (Y) pada Sungai Candi, Sidoarjo..... 79

Tabel 4.7 Data Parameter Fisika Kimia (X) dan Indeks Keseragaman (Y) pada Sungai Candi, Sidoarjo..... 79

Tabel 4.8 Hasil Korelasi antara Struktur Komunitas Makrozoobentos dengan Parameter Fisika Kimia pada Sungai Candi Sidoarjo 83

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentos yang hidup di atas dan di dalam substrat dasar perairan 8

Gambar 2.2 Struktur Umum Kelas Gastropoda 11

Gambar 2.3 Struktur Umum Kelas Bivalvia 12

Gambar 2.4 Faktor Faktor Kualitas Air (Sifat Fisika – Kimia) yang Mempengaruhi Komunitas Bentos 26

Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel pada Sungai Candi Sidoarjo..... 35

Gambar 3.2 Flowchart Penelitian 38

Gambar 3.3 Posisi Titik Pengambilan Sampel Makrozoobentos 42

Gambar 4.1 Klasifikasi Ukuran Butiran Sedimen Sungai Candi Sidoarjo..... 57

Gambar 4.2 Struktur Komunitas Makrozoobentos Berdasarkan Kelas pada Setiap Stasiun 62

Gambar 4.3 Komposisi Jenis Makrozoobentos pada Stasiun 1..... 65

Gambar 4.4 Komposisi Jenis Makrozoobentos pada Stasiun 2..... 66

Gambar 4.5 Komposisi Jenis Makrozoobentos pada Stasiun 3..... 67

Gambar 4.6 Perbandingan Komposisi Jenis Makrozoobentos pada tiga Stasiun..... 68

Gambar 4.7 Grafik Kelimpahan Rata-Rata Makrozoobentos pada Setiap Stasiun 69

Gambar 4.8 Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobentos pada Stasiun 1 71

Gambar 4.9 Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobentos pada Stasiun 2 72

Gambar 4.10 Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobentos pada Stasiun 3 73

Gambar 4.11 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman pada Setiap Stasiun 74

Gambar 4.12 Grafik Nilai Indeks Keseragaman pada Setiap Stasiun 76

Gambar 4.13 Grafik Nilai Indeks Dominansi pada Setiap Stasiun 77

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.14 Grafik Korelasi Indeks Keanekaragaman dengan Parameter Fisika Kimia di Sungai Candi Sidoarjo 80

Gambar 4.15 Grafik Korelasi Indeks Dominansi dengan Parameter Fisika Kimia di Sungai Candi Sidoarjo 81

Gambar 4.16 Grafik Korelasi Indeks Keseragaman dengan Parameter Fisika Kimia di Sungai Candi Sidoarjo 82

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai adalah ekosistem perairan yang memiliki peran untuk kehidupan biota air serta sebagai kelangsungan hidup manusia untuk keperluan seperti rumah tangga, perikanan, pertanian, industri, dan transportasi. Pemanfaatan sungai dengan bermacam- macam aktivitas tersebut pada akhirnya memberikan dampak terhadap sungai salah satunya yaitu kualitas air yang menurun, hal ini disebabkan limbah yang dihasilkan dari berbagai bentuk kegiatan manusia yang kebanyakan dibuang ke badan sungai atau sebagian limbah tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Menurut Setiawan (2008), Sungai pada dasarnya memiliki kemampuan untuk membersihkan diri (*self purification*) dari berbagai macam sumber masukan, namun jika melebihi kemampuan daya dukung sungai (*carrying capacity*) akan menimbulkan dampak yang serius bagi kualitas lingkungan sungai itu sendiri.

Sungai adalah jenis perairan dengan sistem terbuka, yang mengikuti kondisi lingkungan sekitarnya. Pada sungai, bahan pencemar merupakan faktor utama yang dapat menurunkan kualitas perairan sampai dengan kondisi tertentu sehingga melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Bahan pencemar yang masuk ke dalam sungai tentu merubah keadaan fisika serta kimia dari perairan tersebut, sehingga dapat merubah biologi perairan salah satunya adalah keragaman komunitas air sungai, karena tidak semua organisme yang berada dalam lingkungan sungai tersebut bertoleran terhadap ancaman keadaan lingkungan tersebut, kecuali setiap spesies memiliki batas toleran sendiri (Lelawaty, 2009).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Fenomena kerusakan lingkungan tersebut telah tertulis pada ayat suci Al-Qur'an surat Ar-Rum ayat 41 yang berbunyi :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya : " *Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan oleh perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)*". (Qs. Ar-Rum (30) : 41).

Ayat Ar-Rum diatas menegaskan bahwa kerusakan seperti pencemaran sungai disebabkan oleh aktivitas manusia itu sendiri. Sebagai khalifah di bumi, manusia memiliki tugas memanfaatkan, mengelola dan memelihara. Namun yang terjadi saat ini adalah hanya memanfaatkannya, tanpa diiringi dengan usaha pemeliharaannya, sehingga aktivitas manusia seperti membuang sampah dan membuang limbah tanpa dikelola ke sungai merupakan penyebab utama penurunan kualitas air.

Penurunan kualitas air akibat masuknya bahan pencemar ke badan sungai tersebut dapat mengancam kelangsungan hidup berbagai macam organisme yang terdapat pada sungai. Menurut Husnah *et. al* (2006) limbah yang terkumpul yang berupa organik dan anorganik ke dalam sungai, maka akan merubah penyusunan kimia yang berada di air serta terjadi perubahan komposisi organisme pada lingkungan tersebut. Kelompok organisme perairan biasanya dilakukan untuk memperkirakan kualitas perairan pada umumnya adalah makrozoobentos. Pendekatan kualias perairan sungai dengan melihat struktur organisme, dikenal sebagai pendekatan secara biologi.

Makrozoobentos adalah organisme akuastik yang hidup di dasar perairan dengan pergerakan yang relatif lambat, dipengaruhi oleh substrat dasar serta kualitas perairan lingkungan (Odum, 1993). Makrozoobentos digunakan untuk suatu parameter kualitas perairan sungai dikarenakan habitatnya yang relatif menetap (*sesile*), memiliki pergerakan rendah, memiliki kapasitas merespon kondisi kualitas air secara kontinu. Menurut Odum (1993), ketika mutu air

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

mendapati adanya perubahan, maka populasi yang berupa keanekaragaman, dominansi serta kelimpahan pada makrozoobentos akan mengalami perubahan pula. Dengan demikian kelimpahan makrozoobentos dipengaruhi oleh faktor-faktor parameter fisika dan kimia pada perairan.

Penggunaan komunitas makrozoobentos dijadikan bioindikator berdasarkan kuantitas organisme dan kuantitas ekologi makrozoobentos sudah umum digunakan. Pada (Haase, *et al.,* 2004 *in* Sudarso *et al,.* 2003) menyatakan bahwa banyak di negara maju dalam memperkirakan tingkat kualitas sungai dengan memanfaatkan pendekatan secara biologi salah satunya yaitu komunitas makrozoobentos untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi serta perubahan kualitas air yang dihasilkan dari aktivitas manusia dan pabrik. Dengan adanya penurunan keberadaan makrozoobentos maka dapat dikatakan pada ekosistem perairan telah mengalami perubahan sesuai dengan tingkat pencemaran.

Satu diantara ekosistem perairan yang dipengaruhi aktivitas manusia, adalah Sungai Candi, sungai tersebut terletak di Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo. Pada sekitar Sungai Candi terdapat Pabrik Gula Candi Baru dan area pemukiman masyarakat. Pada Pabrik Gula Candi dan setiap pemukiman masyarakat yang tinggal di sekitar aliran Sungai Candi mempunyai saluran – saluran kecil pembuangan limbah cair rumah tangga yang dialirkan ke sungai. Kegiatan tersebut secara tidak langsung dapat mencemari sungai, adanya faktor perubahan kualitas perairan (fisika dan kimia), serta memberikan dampak pada organisme air yang berada di dalam sungai tersebut.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian, pada penelitian ini makrozoobentos dijadikan sebagai bioindikator berdasarkan kuantitas organisme, dan kuantitas ekologi makrozoobentos seperti indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi, kelimpahan jenis dan kelimpahan relatif. Kuantitas ekologi tersebut berhubungan erat dengan parameter lingkungan serta substrat. Parameter lingkungan seperti sifat fisika dan kimia pada perairan Sungai Candi penting untuk diteliti, guna untuk mengetahui seberapa berpengaruh hubungannya dengan kehidupan pada makrozoobentos. Sehingga keterkaitan tersebut dapat dijadikan bioindikator kualitas pada Sungai Candi, Sidoarjo.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana struktur komunitas dan indeks ekologi makrozoobentos pada Sungai Candi, Sidoarjo ?
2. Bagaimana hubungan korelasi antara struktur komunitas dan indeks ekologi makrozoobentos dengan parameter fisika kimia pada Sungai Candi, Sidoarjo?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui struktur komunitas dan indeks ekologi makrozoobentos pada Sungai Candi, Sidoarjo.
2. Mengetahui hubungan korelasi antara struktur komunitas dan indeks ekologi makrozoobentos dengan parameter fisika kimia pada Sungai Candi, Sidoarjo.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak –pihak yang terkait di dalamnya, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Bagi Masyarakat

   Memberi wawasan kepada masyarakat tentang pentingnya menjaga aliran Sungai Candi, serta keterkaitan antara keberadaan organisme perairan dengan kondisi perairan, pada Sungai Candi, Sidoarjo.
2. Bagi Lembaga dan Instansi Terkait

   Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi data dan sumber referensi dalam menambah pengetahuan tentang struktur komunitas dan indeks ekologi makrozoobentos yang digunakan sebagai bioindikator kualitas perairan pada Sungai Candi, Sidoarjo.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Lokasi pada penelitian Sungai Candi, Sidoarjo dibagi menjadi 3 stasiun. Stasiun 1 berada di bagian hulu sungai (daerah tanpa aktivitas manusia), Stasiun 2 berada di tengah sungai (daerah aktivitas pabrik Gula Candi), Stasiun 3 berada di hilir sungai (daerah aktivitas masyarakat/pemukiman).
2. Pengukuran parameter lingkungan fisika dan kimia yang digunakan dalam penelitian adalah suhu, DO, pH, TSS, COD, BOD dan tipe substrat dasar.
3. Analisis korelasi antara struktur komunitas makroozoobentos dengan parameter lingkungan (sifat fisika kimia) menggunakan Korelasi *Product Moment* dari Perason.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Sungai

Ekosistem perairan yang berada di daratan terbagi menjadi dua kelompok yaitu perairan letik (perairan tenang) mempunyai kecepatan arus yang lambat serta terjadi akumulasi massa air dengan periode waktu yang lama misalnya seperti danau dan perairan lotik yaitu perairan yang memiliki kecepatan arus yang deras dan disertai perpindahan air yang berlangsung dengan cepat, salah satu contohnya adalah sungai (Barus, 2004).

Sungai merupakan kelompok perairan lotik yang memiliki zonasi longitudinal terdapat aliran air dapat ditemukan di tingkat yang lebih tinggi dari hulu hingga ke hilir (Odum, 1994). Perbedaan fisik terlihat pada bagian hulu yaitu berupa aliran air karena kemiringannya, volume air dan komponen kimia yang berubah dengan cepat. Komunitas biologi di sepanjang aliran sungai dapat dipengaruhi oleh aliran komposisi substrat, kecepatan arus dan faktor-faktor lingkungan lainnya (Whitten *et.al.*, 1987).

Dari segi hidrologi, sungai adalah habitat dari bermacam-macam organisme perairan yang memberikan keadaan kualitas dan kuantitas dari hubungan ekologis yang terdapat didalamnya, termasuk terhadap perubahan yang diakibatkan oleh aktivitas manusia (Barus, 2004).

Ekosistem sungai terdapat komponen biotik dan abiotik yang saling keterkaitan membentuk satu kesatuan yang teratur serta tidak ada satu komponen yang dapat berdiri sendiri, kecuali komponen satu dengan komponen lainnya memiliki keterikatan secara langsung atau tidak langsung. Aktivitas suatu komponen selalu memberi pengaruh pada komponen ekosistem yang lain (Asdak, 2002)

2.2 Pencemaran Air

Pencemaran air adalah penurunan kualitas air sehingga air tersebut tidak memenuhi syarat sehingga dapat menganggu pemanfaatan dari air itu sendiri.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia atau WHO (*World Health Organitation*), air dapat dikatan tercemar apabila terjadi perubahan kandungannya akibat kegiatan manusia secara langsung atau secara tidak langsung, sehingga air tersebut tidak sesuai fungsi atau tujuan pemanfaatan asalnya.

Menurut Peraturan Pemerintah Rebuplik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang pengendalian pencemaran air dan pengelolaan kualitas air, bahwa pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air menurun ketingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Berdasarkan Klasifikasi mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Rebuplik Indonesia Nomor 82 tahun 2001, dapat dilihat pada (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Klasifikasi Mutu Air Berdasarkan Peraturan Pemerintah Rebuplik Indonesia Nomor 82 tahun 2001

Parameter	**Satuan**	**Kelas**			
		I	**II**	**III**	**IV**
Suhu	^{o}C	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 3	Deviasi 5
pH	-	6-9	6-9	6-9	6-9
BOD	mg/L	2	3	6	12
COD	mg/L	10	25	50	100
DO	mg/L	6	4	3	0

(Sumber : Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001)

Keterangan :

Kelas	**Kegunaan**
I :	Air baku air minum atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
II :	Prasarana/sarana rekreasi air, budidaya ikan air tawar,pertenakan, pengairan tanaman peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
III :	Pembudidayaan ikan air tawar, pertenakan, air untuk mengairi pertanaman atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
IV :	Mengairi pertanian dan atau untuk peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

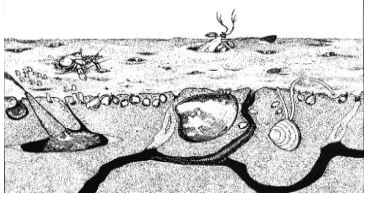
Menurut Mudarisin (2004), berdasarkan sumbernya bermacam-macam limbah cair yang dapat mencemari air dapat dibagi menjadi beberapa golongan, yaitu limbah cair domestik (limbah cair yang berasal dari pemukiman, tempat – tempat komersial dan tempat-tempat rekreasi), Limbah cair industri (limbah cair yang dikeluarkan oleh industri sebagai akibat dari proses produksi), Limbah pertanian (limbah yang bersumber dari kegiatan pertanian seperti penggunaan herbisida, pestisida, fungisida dan pupuk kimia yang berlebihan), dan *Infiltration/inflow* (Limbah cair yang berasal dari perembesan air yang masuk ke dalam dan luapan dari sistem pembuangan air kotor).

Menurut Soegianto (2010), Sumber pencemar juga dapat dibedakan menjadi dua yaitu, sumber tetap (berasal dari lokasi yang dapat diidentifikasi) dan yang kedua adalah sumber tidak tetap. Tingkatan baik buruknya kehidupan di dalam perairan sangat dipengaruhi oleh kualitas perairan atau sungai itu sendiri sebagai habitat organisme air. Semakin buruk kualitas perairan, maka semakin buruk pula kehidupan di dalam perairan tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kelompok organisme yang hidup di perairan jernih berbeda dengan kelompok organisme yang hidup di perairan tercemar, berdasarkan faktanya hal tersebut dapat dilakukan pendugaan tingkat pencemaran perairan melalui pendekatan biologis.

2.3 Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan

2.3.1 Organisme Bentos

Organisme bentos adalah hewan yang menempel pada dasar perairan serta hidup di substrat dasar perairan (Gambar 2.1). Bentos memiliki habitat di dalam sedimen dasar perairan disebut *infauna* sedangkan yang hidup pada permukaan sedimen dasar perairan disebut *epifauna* (Odum, 1993).



Gambar 2.1 Bentos yang hidup di atas dan di dalam substrat dasar perairan
(Sumber : Cummins, 1975)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Bentos meliputi organisme nabati (*fitobentos*) dan organisme (*zoobentos*). Bentos berdasarkan ukurannya menurut Nybakken (1992) dapat digolongkan menjadi 3 yaitu sebagai berikut :

1. Makrobentos memiliki ukuran lebih dari 1,0 mm
2. Meiobentos memiliki ukuran antara 0,1-1 mm
3. Mikrobentos memiliki ukuran kurang dari 0,1 mm

Bentos yaitu salah satu parameter biologi yang digunakan untuk mengetahui kualitas perairan karena hidupnya yang relatif menetap, tidak bermigrasi walaupun adanya perubahan kondisi lingkungan, organisme bentos mudah diambil, distribusi vertikal sempit, dapat diidentifikasi sampai ke tingkat spesies, periode hidupnya cukup panjang dan sensitif terhadap polusi organik (Odum, 1993). Hewan bethos yang relatif mudah untuk diidentifikasi dan peka terhadap perubahan lingkungan perairan adalah jenis kelompok invertebrata makro. Kelompok ini lebih dikenal dengan sebutan makrozoobentos.

2.3.2 Organisme Makrozoobentos

Makrozoobentos adalah organisme yang berukuran sekurang-kurangnya 3-5 mm pada saat mengalami pertumbuhan maksimum. Kelompok organisme yang termasuk makrozoobentos diantaranya adalah Mollusca (Monoplacopora, Amphineura, Gastropoda, dan Pelecypoda); Crustacea (Malacostraca dan Entomostraca); Annelida (Polychaeta, Oligochaeta, dan Hirudinea).

Dalam siklus hidupnya, terdapat beberapa makrozoobentos yang hidupnya hanya sebagian saja sebagai bentos, misalnya pada stadia muda saja atau sebaliknya. Menurut Nybakken (1988), Pada umumnya cacing dan bivalvia hidup sebagai bentos pada stadia dewasa, sedangkan ikan demersal hidup sebagai bentos pada stadia larva, selanjutnya dinyatakan zoobentos dengan memiliki ciri khusus seperti tubuhnya dilindungi cangkang, memiliki bagian tubuh yang dapat dijulurkan, berkembangnya bagian tubuh tambahan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

seperti rambut, bulu-bulu keras serta tersusun atas otot-otot yang memudahkan pergerakannya di luar maupun di dalam sedimen.

Berdasarkan kebiasaan makan, Menurut Odum (1971) makrozoobentos dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu *suspension feeder* adalah makrozoobentos yang menyaring partikel-partikel melayang di perairan dan cenderung melimpah pada substrat berpasir yang mengandung sedikit bahan organik. *Deposit feeder* adalah organisme yang memiliki sifat mengumpulkan detritus sebagai makanannya di dasar dan cenderung melimpah pada sedimen lumpur yang mengandung bahan makanan organik.

Makroozoobentos mempunyai peranan penting dalam ekosistem perairan salah satunya sebagai sebagai penghubung dalam aliran energi dan siklus dari alga planktonik hingga ke tingkat konsumen yang paling tinggi (Montagna *et.al.*, 1989 *in* Ardi 2002). Menurut Lind (1979) ekosistem perairan, makrozoobentos adalah pemegang peranan utama dalam proses pendaur ulangan bahan organik dan proses mineralisasi, sebagai bioindikator perubahan lingkungan, serta makrozoobentos menduduki beberapa posisi dalam rantai makanan.

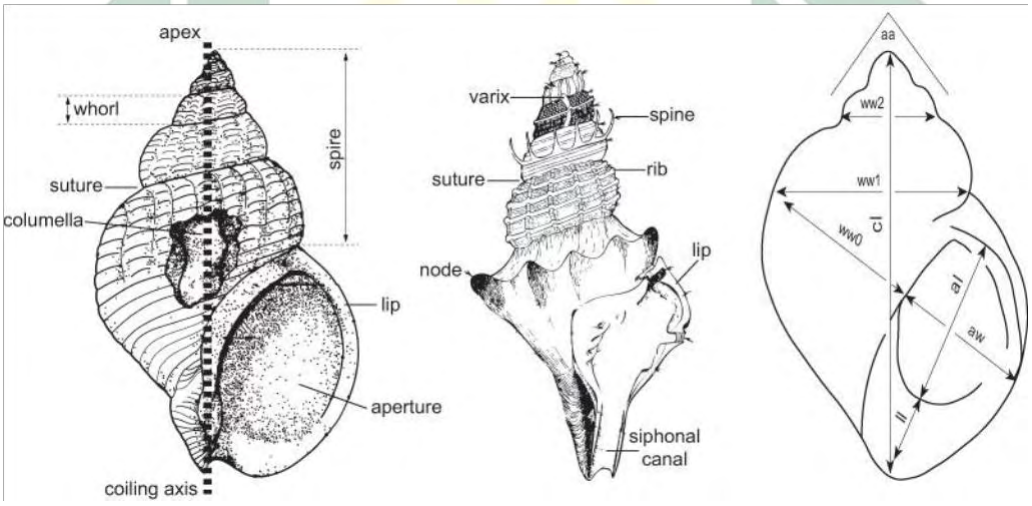
2.3.3 Identifikasi Makrozoobentos

Pada penelitian makrozoobentos, identifikasi makrozoobentos diperlukan pada suatu penelitian. Identifikasi yang presisi yaitu dengan uji DNA pada setiap individu yang telah ditemukan. Karena terbatasnya biaya dan waktu yang membuat beberapa para peneliti lebih menggunakan buku identifikasi. Buku Identifikasi Makrozoobentos dapat digunakan sebagai pedoman para peneliti untuk mengidentifikasi makrozoobentos . Identifikasi tersebut dilakukan secara manual dengan hasil akhir berupa pendugaan. Buku FAO *Guide Identification* terbitan tahun 1998 merupakan buku yang sampai saat ini, sebagai acuan buku identifikasi lengkap. Dalam melakukan identifikasi makrozoobentos, terdapat langkah-langkah yang perlu dilakukan yaitu :

1. Pengelompokkan sampel makrozoobentos berdasarkan kelas.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Peneliti langsung mengamati sampel makrozoobentos dengan kumpulan spesies yang berada di buku FAO *Guide Identification* dengan lebih spesifik lagi, yaitu berdasarkan famili.
3. Selanjutnya sampel makrozoobentos termasuk dalam struktur umum kelas Gastropoda ditunjukkan pada (Gambar 2.2), maka hal yang harus dilakukan untuk menjadi dasar identifikasi spesies, yaitu:
   a. Bentuk puncak menara pada cangkang
   b. Jumlah garis spiral
   c. Interior cangkang
   d. Habitat
   e. Peta persebaran



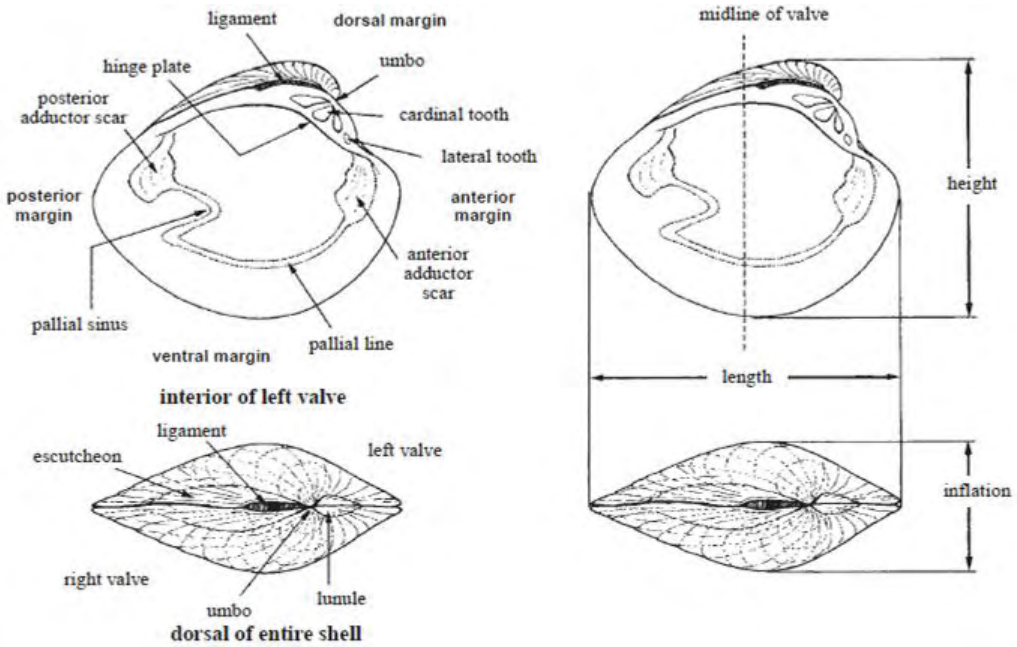
Gambar 2.2 Struktur Umum Kelas Gastropoda
(Sumber : Carpenter, 1998)

4. Jika sampel makrozoobentos termasuk dalam struktur umum kelas Bivalvia yang ditunjukkan pada (Gambar 2.3), sehingga perlu diperhatikan untuk menjadi dasar identifikasi spesies, yaitu:
   a. Bentuk katup
   b. Jumlah *cardinal tooth* atau *lateral tooth*
   c. Interior kerang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d. Habitat

e. Peta persebaran



Gambar 2.3 Struktur Umum Kelas Bivalvia
(Sumber : Carpenter, 1998)

2.3.4 Struktur Komunitas Makrozoobentos

Menurut Odum (1971) *dalam* Irina (2006) Komunitas biotik merupakan kumpulan populasi yang hidup dalam habitat tertentu, merupakan satuan yang terorganisir serta mempunyai hubungan timbal balik. Berdasarkan pernyataan Ayu (2009), struktur komunitas memiliki 3 unsur penting yaitu, jumlah jenis spesies, jumlah individu dalam masing-masing dan total individu dalam komunitas.

Krebs (1972) *dalam* Irina (2006) mengemukakan bahwa struktur komunitas memiliki lima karakteristik yaitu keanekaragaman, dominansi, bentuk dan struktur pertumbuhan, kelimpahan relatif serta struktur trofik. Pada saat mengamati keadaan lingkungan perairan, konsep komunitas digunakan karena komposisi dan karakter pada komunitas merupakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

indikator yang cukup baik untuk mengkaji kondisi lingkungan tempat komunitas tersebut berada.

APHA (1989) menyatakan bahwa komunitas makrozoobentos mampu menerima respon terhadap pengaruh lingkungan, sehingga umumnya dapat dilakukan untuk menduga pengaruh dari berbagai aktivias yang dilakukan oleh manusia seperti industri, pertanian dan tata guna lahan. Perubahan komunitas makrozoobentos secara umum disebabkan oleh masuknya bahan organik, bahan kimia, perubahan pada substrat dasar selain itu komunitas makrozoobentos dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

2.3.5 Indeks Ekologi Makrobentos

Menurut Nybakken (1992), beberapa populasi spesies yang cenderung hidup bersama di dalam berbagai daerah geografis akan membentuk suatu komunitas ekologi. Struktur komunitas sangat berkaitan erat dengan indeks ekologi, dimana indeks ekologi dapat dinilai ketika struktur komunitas telah diketahui terlebih dahulu. Indeks ekologi terbagi 3 indeks yaitu Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi.

Keanekaragaman adalah sifat komunitas yang memperlihatkan tingkat keanekaragaman jenis organisme yang ada. Indeks Keanekaragaman jenis yang sering digunakan untuk mengukur keanekaragaman suatu spesies dalam komunitas adalah Indeks Keanekaragaman Shannon –Weiner, kategori indeks tersebut disajikan pada (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Kategori Indeks Keanekaragaman

H’	Penjelasan
H’< 1	Kualitas air tercemar berat (Tercemar Berat)
H’ 1-3	Kestabilan komunitas biota sedang (Tercemar Sedang)
H’ > 3	Kestabilan komunitas biota dalam kondisi prima (stabil) atau kualitas air bersih (Tidak Tercemar)

(Sumber : Wilhm, 1975)

Besarnya indeks pada Shannon-Weiner memperlihatkan kekayaan jenis dalam komunitas dan keseimbangan jumlah individu setiap spesies.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Suatu komunitas memiliki keanekaragaman tinggi apabila semua jenis memiliki kelimpahan yang relatif sama atau hampir sama (Krebs, 1989 *dalam* Irina, 2006). Stabilitas lingkungan perairan sangat mempengaruhi Keanekaragaman spesies makrozoobentos. Hal tersebut dikarenakan hanya beberapa spesies tertentu saja yang mudah adaptasi dengan tekanan lingkungan yang berubah-ubah, sedangkan pada lingkungan stabil makan akan memiliki nilai indeks keanekaragamannya tinggi.

Keseragaman adalah komposisi individu dari spesies yang berada pada suatu komunitas. Indeks keseragaman (E) merupakan indeks yang menyajikan kondisi suatu organisme dengan organisme lain yang seragam yang terdapat pada komunitas, Kategori indeks tersebut dapat dilihat pada (Tabel 2.3). Indeks tersebut memperlihatkan keseimbangan pembagian jumlah individu tiap jenis pada suatu titik. Kecilnya Indeks Keseragaman menunjukkan penyebaran jumlah individu pada tiap spesies tidak sama sehingga mudah cenderung dominansi spesies tertentu.

Tabel 2.3 Kategori Indeks Keseragaman

E	Kategori
0,00 < E < 0,50	Komunitas Tertekan
0,50 < E < 0,75	Komunitas Labil
0,75 < E < 1,00	Komunitas Stabil

(Sumber : Odum, 1993)

Indeks ekologi yang penting lainnya adalah indeks dominansi (C). Spesies yang memiliki jumlah berlimpah disebut dominan dan biasanya dipakai sebagai ciri khas suatu komunitas. Kategori indeks Dominansi disajikan pada (Tabel 2.4), ketika nilai indeks dominansi mengarah nol maka tidak ada spesies yang dominan. Dalam komunitas, jenis – jenis dominan akan menimbulkan perubahan perubahan penting tidak hanya pada komunitas biotiknya sendiri tetapi di dalam lingkungan fisiknya pula.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 2.4 Kategori Indeks Dominansi

C	Kategori
0,00 < C < 0,50	Rendah
0,50 < C < 0,75	Sedang
0,75 < C < 1,00	Tinggi

(Sumber : Odum, 1993)

Penilaian tercemar atau tidaknya suatu ekosistem tidak sedemikian mudah dapat terdeteksi dari hubungan antara keankeragaman dan kestabilan kominitasnya. Sistem yang stabil dalam pengertian tahan terhadap gangguan, atau bahan pencemar, sehingga dapat saja memiliki keanekaragaman tinggi atau keanekaragaman rendah juga. Hal ini tergantung dari fungsi aliran energi yang terdapat pada sistem tersebut (Odum, 1971).

2.3.6 Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan

Adanya makrozoobentos di perairan sangat berpengaruh pada faktor lingkungan biotik dan abiotik. Faktor biotik yang mempengaruhi terhadap keberadaan makrozoobentos diantarnya adalah bakteri (dekomposer) yang membantu dekomposisi bahan organik. Sedangkan pada faktor abiotik yang mempengaruhi seperti parameter fisika dan kimia perairan yaitu adalah suhu, pH, oksigen terlarut, kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD), warna dan kekeruhan.

Menurut Wihm (1975) Berdasarkan sensitivitas pada perubahan lingkungan perairan, kelompok spesies makrozoobentos dibagi menjadi 3 kelompok yaitu :

1. Kelompok intoleran adalah organisme yang dapat tumbuh dalam kondisi lingkungan yang jarang ditemukan di perairan yang kaya dengan bahan organik. Organisme makrozoobentos ini tidak bisa beradaptasi pada kondisi perairan yang mengalami penurunan kualitas. Contohnya adalah beberapa famili dari Ordo Tricoptera, Ordo Ephemeroptera, Ordo Plecoptera.
2. Kelompok fakultatif adalah organisme yang hanya bertahan hidup pada keadaan lingkungan yang lebih besar dibandingkan dengan organisme

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

intoleran, tetapi tidak bisa mentolerir pada keadaan lingkungan yang tercemar berat. Contohnya adalah Ordo Odonata, Kelas Gastropoda, Filum Crustacea.

3. Kelompok toleran adalah organisme dapat tumbuh pada kondisi lingkungan dengan cakupan luas. Biasanya terdapat pada perairan yang tercemar serta tidak mudah terangsang terhadap tekanan lingkungan. Contohnya adalah cacing dari famili Tubificidae.

Menurut Wardhana (2006), makrozoobentos dapat dijadikan sebagai indikator suatu kualitas perairan, sehingga dapat disajikan dalam bentuk indeks biologi, makrozoobentos indikator untuk menilai pada tingkat kualitas perairan telah disajikan pada (Tabel 2.5).

Tabel 2.5 Makrozoobentos Indikator untuk menilai pada Tingkat Kualitas Perairan

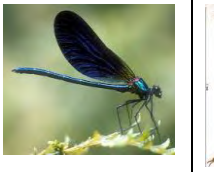
Tingkat Pencemaran	Makrozoobentos Indikator
Tidak Tercemar	➢ Tricoptera (Glossomatidae, Lepidosmatidae, Sericosmatidae) ➢ Planaria
Tercemar Ringan	➢ Plecoptera (Peleodidae, Perlidae); ➢ Trichoptera (Psychomydae, Hydropschydae); ➢ Ephemeroptera (Leptophlebiidae, Ecdyonuridae, Pseudocloeon, Caebidae); ➢ Odonata (Plarycnematidae, Gomphidae, Aeshnidae, Agriidae); ➢ Coleoptera (Elminthidae)
Tercemar Sedang	➢ Mollusca (Bivalvia, Pulmonata /gastropoda); ➢ Odonata (Libellulidae, Cordulidae); ➢ Crustacea (Gammaridae)
Tercemar	➢ Hemiptera ➢ Hirudinae (Hirudinae, Glossiphonidae)
Tercemar Berat	➢ Oligochaeta (Tubificidae); ➢ Syrphidae; ➢ Diptera (Chironomus thummi-plumosus)
Sangat Tercemar	Tidak terdapat makrozoobentos

(Sumber : Wardhana, 2006)

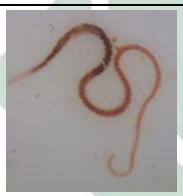
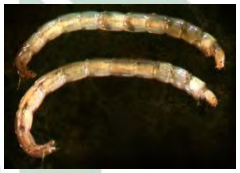
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sedangkan gambar makrozoobentos yang sebagai indikator suatu kualitas perairan berdasarkan tingkat pencemaran, dapat dilihat pada (Tabel 2.6).

Tabel 2.6 Gambar Makrozoobentos Indikator untuk menilai pada Tingkat Kualitas Perairan

Tingkat Pencemaran	**Gambar Makrozoobentos Indikator**			
Perairan Tidak Tercemar				
Glossomatidae	Lepidosmatidae	Sericosmatidae	Planaria	
Perairan Tercemar Ringan				
Peleodidae	Perlidae	Psychomydae,	Hydropschydae	
Leptophlebiidae	Ecdyonuridae	Pseudocloeon	Caebidae	
				
Plarycnematidae	Gomphidae	Aeshnidae	Agriidae	Elminthidae

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tingkat Pencemaran			Gambar Makrozoobentos Indikator	
Perairan Tercemar Sedang				
Bivalvia	Pulmonata	Libellulidae	Cordulidae	Gammaridae
Perairan Tercemar				
Hemiptera	Hirudinae	Glossiphonidae		
Perairan Tercemar Berat				
				
Tubificidae	Syrphidae	Chironomus thummi-plumosus		

(Sumber : Google, 2020)

Menurut para ahli, penelitian ini tetap dikembangkan, sehingga organisme perairan dapat dijadikan sebagai indikator kualitas perairan. Hubungan struktur komunitas makrozoobentos pada keadaan perairan tertentu, diringkas oleh Wilhm (1975) yang disajikan pada (Tabel 2.7).

Tabel 2.7 Struktur Komunitas Makrozoobentos dalam Kondisi Perairan

No	Kondisi Perairan	Penjelasan
1	Tidak Tercemar	Komunitas Makrozoobentos seimbang dengan beberapa populasi intoleran dan terdapat pula populasi fakultatif serta tidak ada satu spesies yang mendominasi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Kondisi Perairan	Penjelasan
2	Tercemar Sedang	Menurunnya jumlah spesies intoleran dan beberapa spesies fakultatif sehingga terdapat satu atau lebih spesies dari kelompok toleran yang akan dominan.
3	Tercemar	Komunitas makrozoobentos dengan jumlah yang terbatas dan diikuti dengan penghilangan kelompok intoloren dan fakultatif. Hal tersebut merupakan penanda perairan tercemar bahan organik.
4	Tercemar Berat	Hilangnya hampir seluruh makrozoobentos kecuali cacing Oligochseta dan hewan yang bisa bernafas di udara

(Sumber : Wilhm, 1975)

2.4 Faktor Parameter Fisika Kimia dalam Perairan

Keberadaan makrozoobentos pada perairan sangat mempengaruhi parameter lingkungan. Parameter fisika dalam perairan yang dapat berpengaruh bagi kehidupan makrozoobentos yaitu suhu, kekeruhan, tipe substrat dasar dan sedangkan pada parameter kimia dalam perairan yaitu berupa derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen kimiawi (COD), kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD).

2.4.1 Kualitas Fisika dalam Perairan

1. Suhu

Suhu merupakan faktor yang secara langsung mempengaruhi laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup makrozoobentos dan secara tidak langsung akan mempengaruhi kelarutan oksigen. Menurut Effendi (2003) aktivitas makrozoobentos membutuhkan suhu optimum yang berbeda-beda. Setiap peningkatan suhu sebesar 10^{o}C, maka akan meningkatkan proses dekomposisi dan konsumsi oksigen menjadi 2-3 kali lipat. Peningkatan suhu yang disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut, sering kali keberadaan oksigen tidak dapat memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme akuatik untuk tidak melakukan metabolisme dan respirasi. Ketika suhu air tinggi, maka daya larut oksigen di dalam air semakin rendah, begitu pun sebaliknya ketika daya larut oksigen di dalam air semakin tinggi maka suhu air semakin rendah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

James dan Evison (1979) menyatakan bahwa suhu adalah faktor pembatas bagi pertumbuhan makrozoobentos. Batas toleran terhadap suhu tergantung spesiesnya. Sebagian besar makrozoobentos bisa toleransi pada suhu air dibawah 35^{o}C (Ward, 1992). Pada suhu 36,5^{o}C - 41^{o}C, merupakan *lethal temperature* bagi makrozoobentos yang artinya pada suhu tersebut organisme perairan telah mencapai titik kritis yang dapat menyebabkan kematian (Welch, 1980).

2. Tipe Substrat Dasar (Sedimen Dasar)

Penyusunan substrat dasar sangat penting bagi organisme yang hidup di dasar perairan seperti makrozoobentos, baik pada perairan diam maupun pada perairan yang mengalir (Michael, 1984). Substrat dasar salah satu faktor utama yang berpengaruh terhadap kehidupan, perkembangan serta keanekaragaman makrozoobentos (Hynes, 1976). Tipe substrat suatu perairan menentukan kehidupan dan komposisi makrozoobentos. Kepadatan dan persebaran makrozoobentos, berkaitan erat dengan diameter partikel sedimen, tanah liat, kandungan debu, serta cangkang – cangkang biota perairan yang telah mati. Sehingga disimpulkan, semakin besar ukuran partikel sedimen berarti semakin beragam pula jenis makrozoobentos pada perairan tersebut (Setiawan, 2008).

Variasi jenis sedimen dasar mempengaruhi karakteristik pergerakan air, kimia air sungai, dan positas dasar sungai. Secara umum sedimen dasar sungai dapat dikelompokkan menjadi batu kali (*bedrock*), bulder (*boulder)*, kobel (*cobble*), pebel (*pebble*), kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lumpur (*silt*), dan liat (*clay*). Pengklasifikasian sedimen dasar sungai berdasarkan ukuran dapat dilihat pada (Tabel 2.8).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 2.8 Klasifikasi Sedimen Dasar Sungai Berdasarkan Diameter Partikel Menurut Skala Wenworth

Diameter Partikel (mm)	**Phi Scale Category (- Log_2 diameter)**	**Klasifikasi Sedimen**
-	-	Batu kali *(bedrock)*
>256	-10,-9,-8	Bulder *(boulder)*
128-256	-7	Kobel besar *(large cobbe)*
64-128	-6	Kobel kecil *(small cobble)*
32-64	-5	Pebel besar *(large pebble)*
16-32	-4	Pebel kecil (small pebble)
8-16	-3	Batu kerikil kasar *(coarse gravel)*
4-8	-2	Batu kerikil sedang *(medium gravel)*
2-4	-1	Batu kerikil kecil *(fine gravel)*
0,5-1	1	Pasir sangat kasar *(very coarse)*
0,25 - 0,5	2	Pasir kasar *(medium)*
0,125 - 0,25	3	Pasir halus *(fine)*
0,063 – 0,125	4	Pasir sangat halus *(very fine)*
0,032 - 0,063	5,6,7,8	Lumpur *(silt)*
<0,032	9,10	Tanah liat *(clay)*

(Sumber : Jeffries dan Mills, 1996*)*

Adanya senyawa organik substrat dasar yang berupa batu kerikil dan batu pipih, merupakan lingkungan hidup yang baik bagi mkrozoobentos sehingga memiliki kepadatan dan keanekaragaman yang besar (Odum, 1994). Selanjutnya pada dasar perairan yang berupa pasir dan sedimen halus, merupakan lingkungan hidup yang kurang baik untuk hewan makrozoobentos (Koesbiono, 1979 *in* Maula, 2018).

Makrozoobentos (terutama molluska), ditemukan dalam jumlah sedikit pada tipe tanah liat. Hal ini dikarenakan, substrat tanah liat dapat menekan perkembangan dan kehidupan makrozoobentos, karena partikel-partikel tanah liat sulit untuk ditembus oleh makrozoobentos untuk melakukan aktivitas kehidupannya serta tanah liat juga memiliki kandungan unsur hara yang sedikit (Arief, 2003 *in* Maula, 2018).

3. *Total Suspended Solid* (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) atau padatan tersuspensi total adalah bahan – bahan tersuspensi (diameter 1 µm) yang tertahan pada kertas

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

saring millipore dengan ukuran pori- pori 0,45 µm. Rendah dan tingginya nilai TSS akan berpengaruh pada tingkat kekeruhan (APHA, 1989). Menurut Effendi (2000), yang menyebabkan nilai TSS yang utama yaitu erosi tanah yang lumpur, kikisan tanah, pasir halus, dan jasad-jasad renik. Kondisi tersebut, terjadi ketika musim penghujan, dimana sungai mengalami limpahan air hujan.

Ketika ukuran dan jumlah partikel yang tersuspensi cukup besar serta aliran air sungai tidak deras, sehingga partikel – partikel tersebut akan tenggelam di dasar perairan. Proses sedimentasi akan melapisi substrat dasar habitat dari makrozoobentos sehingga menyebabkan keanekaragaman dan kelimpahannya menurun (Hawkes, 1979).

2.4.2 Kualitas Kimia dalam Perairan

1. pH/ Derajat Keasaman

pH digunakan untuk mengetahui kondisi asam atau basa pada kondisi perairan lingkungan. Organisme perairan memiliki kemampuan yang beda dalam menoleransi pH perairan. Batas toleran organisme pada pH sangat beragam serta berpengaruh pula oleh banyak faktor antara lain suhu, oksigen terlarut, alkalinitas dan adanya berbagai anion, kation serta jenis dan stadia organisme (Pescod, 1973). Ketika keasaman tanah berlebih, maka akan berakibat tanah speka terhadap proses biologi, contohnya yaitu proses dekomposisi bahan organik oleh makrozoobentos. Proses dekomposisi bahan organik umumnya akan mengurangi suasana asam, sehingga makrozoobentos tetap secara aktif melakukan kegiatannya (Maula, 2018). Pada umumnya organisme perairan memiliki nilai pH ideal antara 7 (netral) – 8,5. Kondisi perairan yang memiliki sifat sangat asam maupun sangat basa akan menyebabkan terganggunya kelangsungan hidup organisme yaitu berupa gangguan metabolisme dan respirasi (Odum, 1994).

Sebagian besar biota perairan menyukai nilai pH berkisar 5,00 – 9,00, hal tersebut karena banyaknya kelimpahan makrozoobentos, dimana

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sebagian besar organisme dasar perairan seperti moluska, polychaeta, dan bivalvia memiliki tingkat asosiasi terhadap derajat keasaman yang bervariasi, seperti bivalvia di temukan pada nilai pH yang lebih lebar yaitu 5,6 - 8,3 dan gastropoda lebih banyak didapatkan pada perairan dengan nilai pH diatas 7. untuk kelompok Coleoptera, Insekta, mewakili taksa memiliki nilai pH yang lebar. Sebagian besar famili Chironomidae mewakili kelompok serangga yang terdiri pada nilai pH diatas 8,5 dan dibawah nilai 4,5 (Hawkes, 1979). Sedangkan pengaruh nilai pH terhadap komunitas biologi perairan dapat dilihat pada (Tabel 2.9).

Tabel 2.9 Pengaruh nilai pH terhadap Komunitas Biologi Perairan

Niai pH	Pengaruh Umum
6,0-6,5	Keanekaragaman makrozoobentos menurun
5,5-6,0	Penurunan nilai keanekaragaman makrozoobentos semakin nampak
5,0-5,5	Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis makrozoobentos besar
4,5-5,0	Penurunan keanekaragaman dan komposisi makrozoobentos semakin besar yang diikuti dengan penurunan kelimpahan total dan biomassa makrozoobentos

(Sumber : Effendi, 2003)

Suatu perairan menghadapi kenaikan pH yang secara fklutuasi dan melebihi batas toleransi organisme terhadap pH, sehingga tekanan fisiologis biota yang hidup pada perairan tidak bisa mentoleran, yang menyebabkan kematian pada organisme perairan.

2. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen Terlarut (DO) adalah banyaknya oksigen terlarut di suatu perairan. Oksigen terlarut (DO) adalah faktor yang sangat penting untuk kebutuhan dasar kehidupan organisme. Kelarutan oksigen di dalam air sangat dipengaruhi oleh suhu. Saat terjadinya peningkatan suhu akan menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut (DO) akan menurun, dan sebaliknya ketika suhu semakin rendah maka akan meningkatkan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

konsentrasi oksigen terlarut (DO). Oksigen terlarut (DO) di dalam air bersumber utama dari adanya kontak antara permukaan air dengan udara dan hasil proses fotosintensis. Selanjutnya air kehilangan oksigen terlarut (DO) melalui aktivitas respirasi dari organisme perairan dan melalui pelepasan dari permukaan ke atmosfer.

Toleransi makrozoobentos terhadap oksigen terlarut (DO) biasanya berbeda – beda. Menurut Sastrawijaya (1991), pada umumnya kehidupan organisme perairan dapat bertahan jika oksigen terlarut (DO) minimum sebanyak 5 mg/L, selebihnya tergantung pada ketahanan organisme perairan, suhu, serta kehadiran pencemaran. Menurut Effendi (2003), semakin tinggi tercemarnya pada perairan maka kandungan oksigennya semakin rendah. Dekomposisi dan oksidasi bahan organik akan mengurangi kadar oksigen terlarut (DO) hingga mencapai nol (anaerob). bahan organik yang tinggi pada sedimen dapat pula menyebabkan kebutuhan pada oksigen terlarut (DO) semakin tinggi pula (Kinasih, 2018).

3. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Menurut Effendi (2003), *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah jumlah total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat di degradasi secara biologis (*biodegradable*), maupun yang sulit di degradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO_2 dan H_2O.

Pengukuran COD berdasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi menjadi karbondioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat dalam suasana asam. Bahan organik keberadaanya dapat berasal dari alam maupun dapat dari rumah tangga dan industri. Pada perairan yang tidak tercemar, biasanya memiliki nilai COD 20 mg/L (Maula, 2018).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh organisme perairan untuk mendegradasi bahan organik yang ada di dalam air (APHA, 1989). Nilai BOD yang besar menunjukkan aktivitas organisme yang semakin tinggi dalam menguraikan bahan organik. Nilai BOD yang tinggi dapat menunjukkan bahwa mengalami penurunan kualitas perairan (APHA, 1989).

Nilai BOD pada perairan sangat berpengaruh terhadap komposisi jenis makrozoobentos. Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan – bahan buangan (Fardiaz, 1992).

2.5 Hubungan Faktor Lingkungan Perairan dengan Faktor Biotik Keanekaragaman Makrozoobentos

Perubahan kondisi substrat serta bertambahnya pencemaran akan mempengaruhi terhadap kelimpahan serta keanekaragaman makrozoobentos (Wilhm, 1975). Kepekaan komunitas makrozoobentos terhadap perubahan lingkungan perairan dapat digunakan untuk menduga pengaruh berbagai kegiatan seperti industri, pertanian, pertambangan, serta tata guna lahan lainnya yang akan mempengaruhi kualitas suatu perairan. Masuknya suatu zat bahan kimia, bahan organik dan perubahan substrat dapat mempengaruhi komunitas makrozoobentos. Struktur dan komposisi komunitas makrozoobentos akan berubah – ubah sesuai dengan perubahan musim seiring dengan berjalannya waktu. Menurut Odum (1993) ada lima karakteristik struktur komunitas makrozoobentos yaitu keanekaragaman, dominansi, kelimpahan relatif, struktur pertumbuhan, serta struktur trofik.

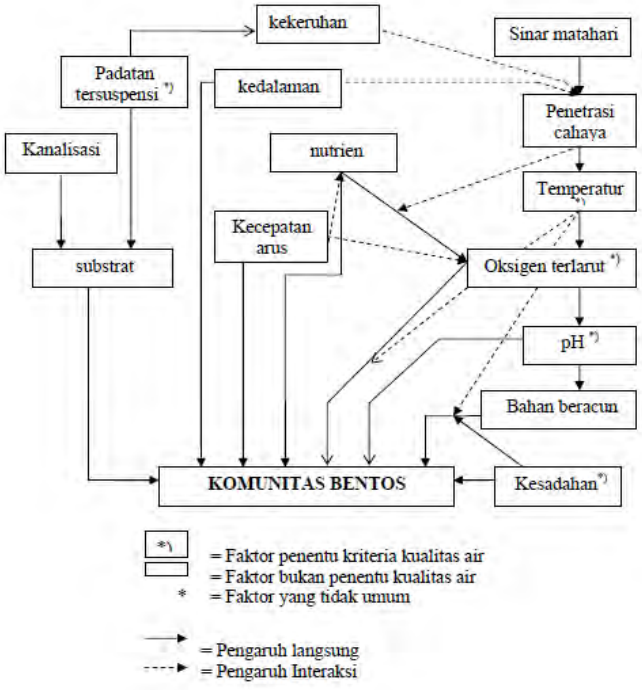
Hubungan perubahan lingkungan perairan serta kestabilan pada komunitas dapat dianalisa secara kuantitatif dan kualitatif. Analaisa kuantitatif dilakukan dengan cara pengamatanlangsung keanekaragaman jenis organisme yang hidup di lingkungan perairan dan hubungannya dengan kelimpahan jenis, sedangkan secara

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kualitatif dengan cara melihat jenis-jenis organisme yang mampu beradaptasi pada lingkungan tertentu (Maula, 2018).

Keanekaragaman makrozoobentos yang tinggi pada suatu ekosistem perairan yang seimbang, akan memberikan peranan yang besar (timbal balik) untuk menjaga kestabilan terhadap lingkungan tersebut. Oleh karena itu, setiap masuknya zat yang berlebih (buangan limbah dan sampah) yang tidak selalu hanya terdiri dari unsur hara tetapi terdapat pula senyawa yang beracun di dalamnya dan tetap akan berpengaruh buruk terhadap kehidupan makrozoobentos. Pengaruh buruk tersebut, dapat mengakibatkan keanekaragaman makrozoobentos rendah, dengan kata lain perubahan –perubahan kualitas perairan sangat berpengaruh pada kehidupan makrozoobentos, baik komposisi maupun banyaknya populasi (Wilhm, 1975).

Komposisi maupun banyaknya populasi makrozoobentos dapat mempengaruhi perubahan kualitas perairan yaitu keadaan substrat, kekeruhan, suhu, pH, TSS, oksigen terlarut yang ditemukan oleh Hawkes (1979) yang dapat dilihat (Gambar 2.4).



Gambar 2.4 Faktor Faktor Kualitas Air (Sifat Fisika – Kimia) yang Mempengaruhi Komunitas Bentos
(Sumber : Hawkes, 1979)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dan selanjutnya yang berpengaruh parameter fisika dan kimia terhadap makrozoobentos yang disajikan di (Tabel 2.10).

Tabel 2.10 Hubungan antara beberapa Parameter Fisika Kimia Perairan pada Kehidupan Makrozoobentos

Parameter	Pengaruh terhadap Makrozoobentos
Suhu	Metabolisme, migrasi, pertumbuhan dan mortalitas
pH	Menurunkan daya tahan terhadap stress
Oksigen Terlarut (DO)	Jumlah jenis dan mortalitas
BOD	Jumlah jenis, komposisi jenis dan mortalitas

(Sumber : Nyabakken, 1988)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan studi literatur yang digunakan untuk studi peneliti dalam melakukan penelitian. Peneliti merangkum Penelitian terdahulu yang dapat dilihat pada (Tabel 2.11)

Tabel 2.11 Penelitian Terdahulu

Nama	Judul	Hasil/Kesimpulan
Simon Petrus Oktavianus Leatemia, Emmanuel Managkalangi, Paskalina Theresia Lefaan, Hans Fence Zakeus Peday, Luky Sembel	Makroavertebrata Bentos sebagai Biondikator Kualitas Air Sungai Nimbai Manokwari, Papua Barat (2017)	• Peneliti melakukan penelitian pada aliran Sungai Nimbai di Distrik Prafi yang diambil dengan 7 titik stasiun. Stasiun 1, berada di hutan alami serta pertemuan antara percabangan sungai, Stasiun 2 beradadi tanpa aktivitas masyarakat (alami), Stasiun 3 dan Stasiun 4 berada di wilayah aktivitas masyarakat, Stasiun 5 berada di pembuangan limbah minyak kelapa sawit, Stasiun 6 berada di antara pembuangan limbah dan dekat pemukiman serta dekat dengan perkebunan kelapa sawit, Stasiun 7 berada di jauh dari pembuangan limbah dan perkebunan kelapa sawit. • Berdasarkan penelitian, bentos yang berada di Stasiun 1 dan 2 jumlah taksa yang ditemukan lebih banyak dan memiliki kondisi perairan yang baik dibandingkan Stasiun 3 hingga 7. Menurunnya jumlah taksa sangat berkaitan dengan fisik habitat sungai yang semakin banyak gangguan akibat masukan bahan pencemar organik sehingga menurunnya nilai DO dan pH. • Nilai indeks keanekaragaman pada Stasiun 1 hingga Stasiun 7 yang memiliki nilai terendah yaitu pada Stasiun 5 (pembuangan limbah minyak kelapa sawit). Selain itu memiliki jumlah famili yang lebih sedikit. • Berdasarkan Nilai *Famili Biotic Index* (FBI) berdasarkan stasiun penelitian, yang memiliki kualitas perairan sangat buruk yaitu Stasiun 5, 6 dan Stasiun 7, dan memiliki bahan pencemar organik yang cukup besar.

Novi Devita Sari	Analisis Status Pencemaran Air dengan Gastropoda sebagai Bioindikator di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Betung Bandar Lampung (2017)	• Peneliti melakukan penelitian pada Sungai Sumur Putri, lokasi 1 berada di sebelum pabrik air mineral, lokasi 2 setelah pabrik mineral dan lokasi 3 dipergunakan oleh masyarakat sebagai tempat cuci serta mandi. • Berdasarkan nilai keanekaragaman, pada lokasi pertama memiliki nilai (1,058) yang menandakan tercemar sedang, pada lokasi kedua memilki nilai (0,500) dan pada lokasi ketiga memiliki nilai sebesar (0,927) yang menandakan dua lokasi tersebut tercemar berat. • Nilai indeks dominansi pada Sungai Sumur Putri pada Lokasi pertama sebesar (0,36), pada lokasi kedua memiliki nilai indeks sebesar (0,68), pada lokasi ketiga sebesar (0,19). Pada nilai indeks dominansi mendekati 0 yang memiliki arti ada yang berdominan yaitu adalah gastropoda, yang mengindentifikasikan bahwa sungai tercemar.
Abdul Asan Yasir	Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Lokasi dengan Aktivitas Berbeda di Perairan Sungai Tallo Kota Makassar (2017)	• Peneliti melakukan penelitian pada Sungai Tallo,yang berada di Stasiun 1, merupakan muara Sungai Tallo sebagai jalur transportasi keluar masuknya kapal- kapal, Stasiun 2 berada di belakang pabrik pengolahan kayu, Stasiun 3 di daerah tambak, Stasiun 4 berada di daerah vegetasi mangrove, dan Stasiun 5 berada di belakang pusat perbelanjaaan Makassar. • Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman pada 5 stasiun dapat disimpulkan memiliki keanekaragaman yang rendah dengan nilai rerata (H') sebesar 1.248. • Berdasarkan nilai indeks keseragaman di Stasiun 1 menunjukkan keadaan tertekan, sedangkan pada Stasin 2 dan Stasiun 5 dikategorikan kondisi labil, dan pada Stasiun 3 dan 4 masuk dalam golongan stabil. Pada nilai indeks dominansi memperlihatkan bahwa tidak ada jenis yang berdominan secara signifikan.
Lia Hikmatul Maula	Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang (2018)	• Peneliti melakukan penelitian pada Sungai Cokro Malang dimana aliran sungai melewati daerah hutan(Stasiun 1), daerah pertanian (Stasiun 2), daerah industri kulit dan kertas (Stasiun 3), dan daerah industri tahu (Stasiun 4). Pengambilan sampel dilakukan di sungai Belawan pada 4 (empat) stasiun dengan 3

		kali ulangan. Metode yang digunakan adalah Purpusive Sampling. • Nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos pada Stasiun 1 sebesar (1,11), pada Stasiun 2 memiliki nilai indeks sebesar (1,25), pada Stasun 3 sebesar (0,62), dan pada Stasiun 4 sebesar (0,59). Sehingga pada Stasiun 1 dan 2 memiliki keanekaragaman sedang, sedangkan pada Stasiun 3 dan 4 memiliki keanekaragaman rendah. • Nilai indeks dominansi pada Sungai Cokro Malang pada Stasiun 1 sebesar (0,38), pada Stasiun 2 memiliki nilai indeks sebesar (0,39), pada Stasun 3 sebesar (0,56), dan pada Stasiun 4 sebesar (0,59). Pada nilai indeks dominansi mendekati 0 memiliki arti ada yang berdominan pada wilayah tersebut. • Hubungan indeks keanekaragaman dengan sifat fisika dan kimia menggambarkan korelasi searah dengan variabel DO dan korelasi yang berlawanan arah dengan variabel pH, BOD, COD, TDS dan TSS.
Desinawati, Wahyu Adi, Eva Utami	Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sungai Pakil Kabupaten Bangka (2018)	• Pada lokasi penelitian, peneliti melakukan pendekatan penentuan stasiun pada kawasan penambangan timah aktif dan yang digunakan sebagai kegiatan penangkapan ikan oleh masyarakat sekitar. Maka dalam penelitian ini untu mengambil sampel makrozoobentos sebesar 6 stasiun, setiap stasiun dibagi menjadi tiga sub stasiun dan setiap satu sub stasiun menggunakan 3 kali pengulangan. • Nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos di Sungai Pakil sebesar 0,9195. Sehingga golongan nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos di Perairan Sungai Pakil memiliki keanekaragaman yang rendah. Dapat diamati dari keanekaragaman jenis makrozoobentos di Sungai Pakil tidak banyak sebanyak 4 spesies pada kelas gastropoda. • Berdasarkan uji analisa hubungan faktor fisika kimia perairan dengan keanekaragaman makrozoobentos, pada nilai hubungan TSS dan kedalaman sekitar antara 0,7297 - 0,9162 yang memiliki arti hubungan yang sangat kuat hal tersebut dikarenakan nilai TSS dan kedalaman mempengaruhi

		penyebaran makrozoobentos, pada nilai hubungan pH, suhu dan fraksi pasir dengan keanekaragaman berkisar antara 0,0001 - 0,0249 nilai tersebut memperlihatkan jika tidak ada hubungan keterkaitan, dengan demikian pH, suhu dan fraksi pasir tidak berpengaruh terhadap keberadaan makrozoobentos, sedangkan pada nilai hubungan kecepatan arus dan DO terhadap keanekaragaman memiliki nilai antara 0,2923 - 0,3551 yang artinya tingkat korelasinya cukup.
Taufik Fakih Hakiki, Isdradjad Setyobudiandi and Sulistiono	*Macrozoobentos Community Structure in The Estuary of Donan River, Cilacap, Central Java Provience, Indonesia (2017)*	• Peneliti melakukan penelitian di muara Sungai Donan. Alasan memilih Sungai Donan, karena sungai tersebut telah dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan manusia, seperti industri, pelabuhan, perikanan, pertanian, dan pariwisata. Beberapa industri yang berada di sekitar muara termasuk PT Pertamina RU IV Cilacap (kilang minyak kegiatan), dan PT Holcim Tbk (memegang kegiatan proses produksi semen,distribusi bahan baku semen, dan pemuatan dan menurunkan bahan baku dan batu bara pertambangan). • Berdasarkan penelitian ini dilakukan pada muara Sungai Donan, Gastropoda dan Bivalvia yang termasuk dalam kelas mendominasi maKrozoobentos mengandung 16 dan 9 Genera. *Tellina* sp. adalah macrozoobentos kelas Bivalvia yang memiliki komposisi tertinggi sedangkan *Pyramidella* sp milik makrozoobentos Kelas Gastropoda. • Analisis komponen utama antara parameter lingkungan dan makrozoobentos organisme menunjukkan Kelas Gastropoda dan Bivalvia memiliki yang positif korelasi dengan parameter kedalaman, salinitas, pH dan DO sehingga kehidupan mereka dipengaruhi oleh parameter kedalaman, salinitas, pH dan DO, sedangkan analisis komponen antara keberadaan Kelas Gastropoda dan Bivalvia dipengaruhi oleh parameter lingkungan kecuali untuk suhu.
Udi Tarwotjo, Rully Rahadian, and Mochammad Hadi	*Community Structure of Macrozoobentos as bioindicator of Pepe River Quality, Mojosongo Boyolali (2018)*	• Lokasi penelitian, peneliti memilih melakukan penelitian pada hulu sungai (Stasiun 1), tengah sungai (Stasiun 2) dan hilir Sungai Pepe (Stasiun 3) dengan kondisi yang sangat tercemar. • Berdasarkan Hasil indeks keanekaragaman spesies (H'),

		Keseragaman (E'), dan Dominasi (C) menunjukkan perbedaan. Indeks Keragaman berkisar dari 1,001 hingga 2,39, terendah di Stasiun 1 (Hulu) dari 1,001, tengah sungai adalah 1,98 dan tertinggi di Stasiun 3 (hilir) yaitu 2.39. Berdasarkan kerataan tertinggi (E ') indeks di Stasiun 3 sebesar (0,92) dan terendah di Stasiun.1 (0,73). Sedangkan nilai dominan tertinggi adalah pada Stasiun 3 (0,39) dan lebih rendah di Stasiun 1 (0,13) • Berdasarkan Struktur Komunitas makrozoobentos (H ', E', C) di Wilayah hilir lebih tinggi daripada Hulu atau Tengah Sungai Pepe yang dikarenakan perbedaan substrat dari perairan. Sedangkan berdasarkan penilaian kualitas air dengan mFBI diketahui bahwa pada Stasiun 1 (hulu) kualitas air tercemar sedang, di Stasiun 2 (tengah) kualitas air agak buruk dan kualitas air hilir sangat buruk pada Stasiun 3.
Fatmawati Patang, Agoes Soegianto, and Sucipto Hariyanto	*Benthic Macroinvertebrates Diversity as Bioindicator of Water Quality of Some Rivers in East Kalimantan, Indonesia (2018)*	• Peneliti melakukan penelitian mengamati perubahan kualitas air dari tiga sungai di Kalimantan Timur Indonesia yaitu pada Sungai Sungai Karang Mumus (di area berpenduduk berada pada pelabuhan bongkar muat), Sungai Jembayan (area penambangan batubara) dan Sungai Pampang (di area kegiatan perkebunan kelapa sawit dan kemiri) • Berdasarkan nilai-nilai ASPT (Skor Rata-Rata per Takson) dan WQI (Indeks Kualitas Air), penelitian mengklarifikasi bahwa Sungai Karang Mumus didominasi oleh *Chironomus* sp dan *Melanoides tuberculata* dan pada Sungai Jembayan ditemukan *M. tuberculata* dan *A. Parvula* sebagai taksa kodominan. Spesies indikator pada dua stasiun tersebut dapat hidup diperairan tercemar bahkan pada tingkat oksigen rendah. Sedangkan pada Sungai Pampang adalah sungai terbersih berdasarkan nilai ASPT dan WQI, Odonata dan Famili Baetidae yang mendominasi sungai.
Arman Harahap, Ternala Alexander Barus, Miswar Budi Mulya, and Syafruddin Ilyas	*Macrozoobentos Diversity as Bioindicator of Water Quality in the Bilah River, Rantauprapat (2018)*	• Peneliti memilih lokasi penelitian pada Sungai Bilah, sungai tersebut digunakan oleh beberapa sektor seperti penambangan pasir, pertanian, perikanan, transportasi dan juga sumber air minum bagi masyarakat di daerah Rantauprapat. • Berdasarkan zona lingkungan ada 5 stasiun pengamatan yang

		berbeda ditugaskan. Stasiun 1 adalah daerah di mana tidak ada aktivitas masyarakat di hulu sungai, Stasiun 2 adalah pemandian komunitas dan kegiatan pertanian, yang terletak di DAS hulu, Stasiun 3 adalah situs penambangan pasir, Stasiun 4 adalah tempat sumber air perusahaan diambil, dan Stasiun 5 adalah situs penambangan pasir. • Berdasarkan analisis data, nilai indeks keanekaragaman (H ') dari makrozoobentos di lima stasiun berkisar antara 0,965 hingga 2,052, menunjukkan bahwa dari semua stasiun penelitian milik yang tercemar ringan. • Berdasarkan hasil uji analisis korelasi pearson antara beberapa faktor fisika kimia air sungai berbeda dengan tingkat korelasi dan arah korelasinya dengan indeks keanekaragaman.
Fitry Yunita, Fredy Leiwakabessy and Dominggus Rumahlatu	*Macrozoobentos Community Structure in the Coastal Waters of Marsegu Island, Maluku, Indonesia* (2018)	• Penelitian ini dilakukan di perairan pantai Pulau Marsegu, yang terdapat 3 titik Stasiun. Lokasi pertama berada di perairan pantai Pulau Marsegu, Stasiun kedua berada di pesisir Pantai Marsegu, Stasiun 3 berada di wilayah di sekitar Industri. • Faktor lingkungan fisik kimia berpengaruh pada struktur komunitas makrozoobentos di perairan. • Pulau Marsegu terdiri dari 2 Filum, yaitu Mollusk dan Echinodermata, yaitu, gastropoda dengan 17 spesies, bivalvia dengan 5 spesies, dan echinodermata dengan 18 spesies. • Berdasarkan pada jumlah Makrozoobentos yang ditemukan, hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrozoobentos di tiga stasiun penelitian menunjukkan bahwa nilai tertinggi berada di Stasiun 1 memiliki nilai 3.56, diikuti oleh Stasiun 2 memiliki nilai 3.52 dan yang terendah adalah Stasiun 3 dengan 2.07 • Hasil perhitungan indeks kelimpahan menunjukkan bahwa indeks kelimpahan di Stasiun 1 adalah sebanyak 0,03, Stasiun 2 sebanyak 0,03 dan Stasiun 3 sebanyak 0,24.

(Sumber : Analisa Penulis, 2020)

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

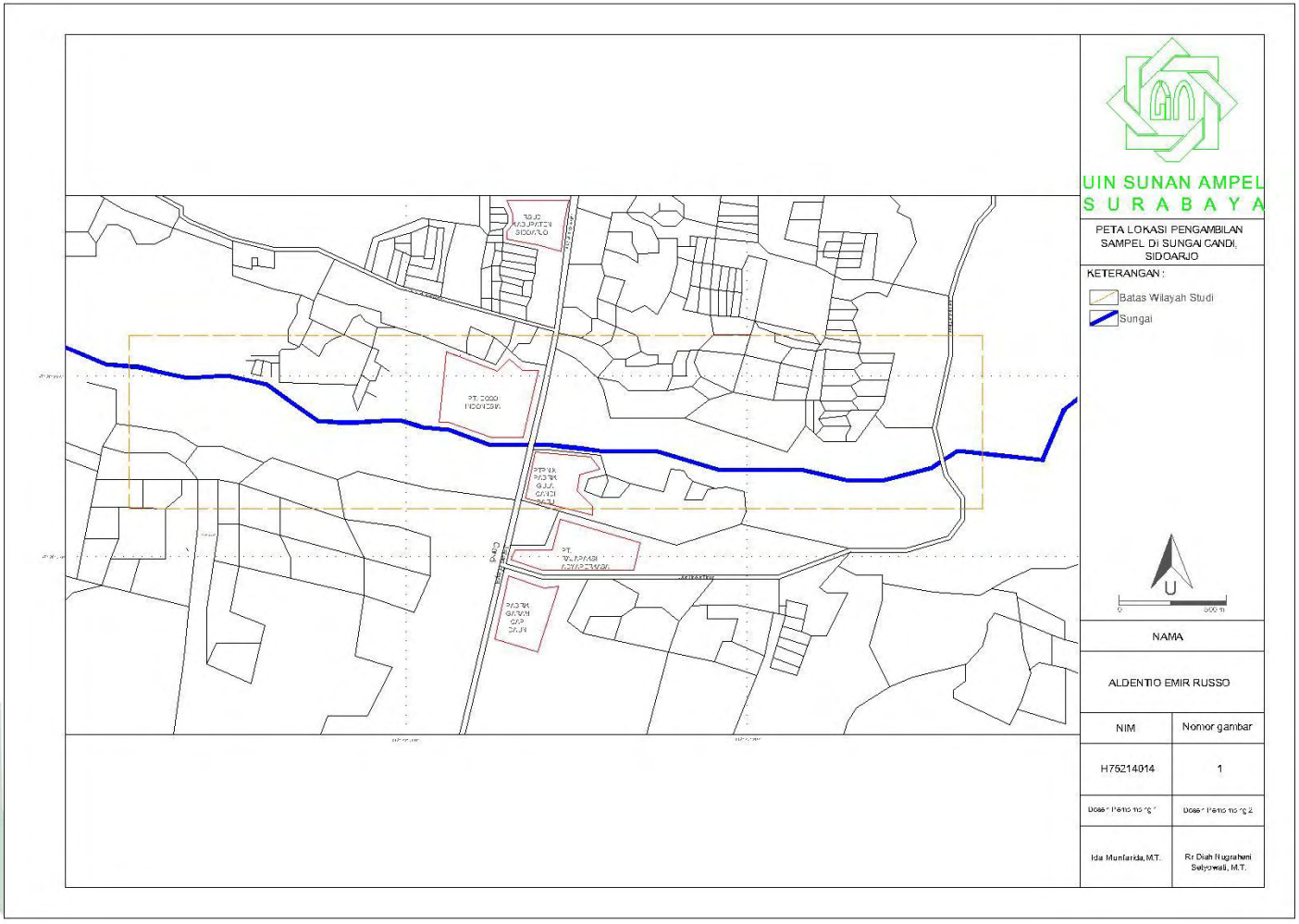
3.1 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif kuantitatif menggunakan metode eksplorasi yang berfungsi mengetahui struktur dari indeks ekologi makrozoobentos pada Sungai Candi. Metode eksplorasi merupakan metode pengamatan serta melakukan pengambilan sampel secara langsung pada tempat penelitian yang telah ditentukan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Februari 2020 – Maret 2020. Penelitian secara keseluruhan dimulai dari melakukan pengamatan lokasi, pengambilan data, mengolah data, menganalisis data dan penyusunan tugas akhir. Lokasi pengambilan sampel penelitian dilakukan di Sungai Candi, yang terletak pada Jalan Raya Candi, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo (Gambar 3.1). Sedangkan Identifikasi dan analisis makrozoobentos dilakukan pada Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dan untuk identifikasi sedimen dilakukan pada Laboratorium Oseanografi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel pada Sungai Candi Sidoarjo
(Sumber : Google Earth, 2020)

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada saat pengambilan data lapangan dapat dilihat pada (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Alat Dan Bahan yang digunakan Pengambilan Data Lapangan

No	Alat dan Bahan	Fungsi
1	*Global Positioning System* (GPS)	Digukan untuk mengetahui titik koordinat geografis pada stasiun penelitian
2	Kamera digital	Sebagai alat dokumentasi kegiatan lapangan
3	Buku serta alat tulis	Sebagai catatan hasil pengamatan lapangan
4	*eickman dredge*	mengambil sampel makrozoobentos pada sungai
5	Roll meter	mengukur jarak antar stasiun yang akan diteliti
6	Plot Kuadran	Sebagai batas pengambilan sampel
7	pH meter	Digunakan untuk mengukur pH (derajat keasaman atau kebasaan pada suatu perairan)
8	DO meter	Mengukur kadar oksigen terlarut pada sungai
9	Aquades	Digunakan untuk kalibrasi alat
10	Wadah Sampel	Sebagai penyimpanan sampel makrozoobentos dan sampel sedimen
11	Formalin 10 %	Mengawetkan sampel makrozoobentos
12	Botol Terang	Menyimpan air sampel pada sungai yang akan diuji lab
13	*Cool Box*	Digunakan untuk menyimpan sampel
14	Saringan pengayak	Digunakan untuk memisahkan sedimen dengan makrozoobentos
15	Thermometer Air Raksa	Digunakan untuk mengukur suhu

(Sumber : Analisa Penulis, 2020)

Sedangkan alat dan bahan yang dilakukan selama analisis data selama di laboratorium dapat dilihat pada (Tabel 3.2).

Tabel 3.2 Alat Dan Bahan yang Digunakan untuk Pengujian Laboraturium dan Analisa Data

No	Alat dan Bahan	Fungsi
1	Buku *FAO Guide Identification* (1988)	Digunakan untuk sebagai panduan identifikasi makrozoobentos
2	Buku serta Alat Tulis	Mencatat hasil pengamatan yang diperoleh
3	Oven	Mengeringkan sampel sedimen
4	Kertas Saring	memisahkan partikel suspensi dengan cairan
5	*Shive Shaker*	Menentukan klasifikasi size butiran sampel sedimen

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

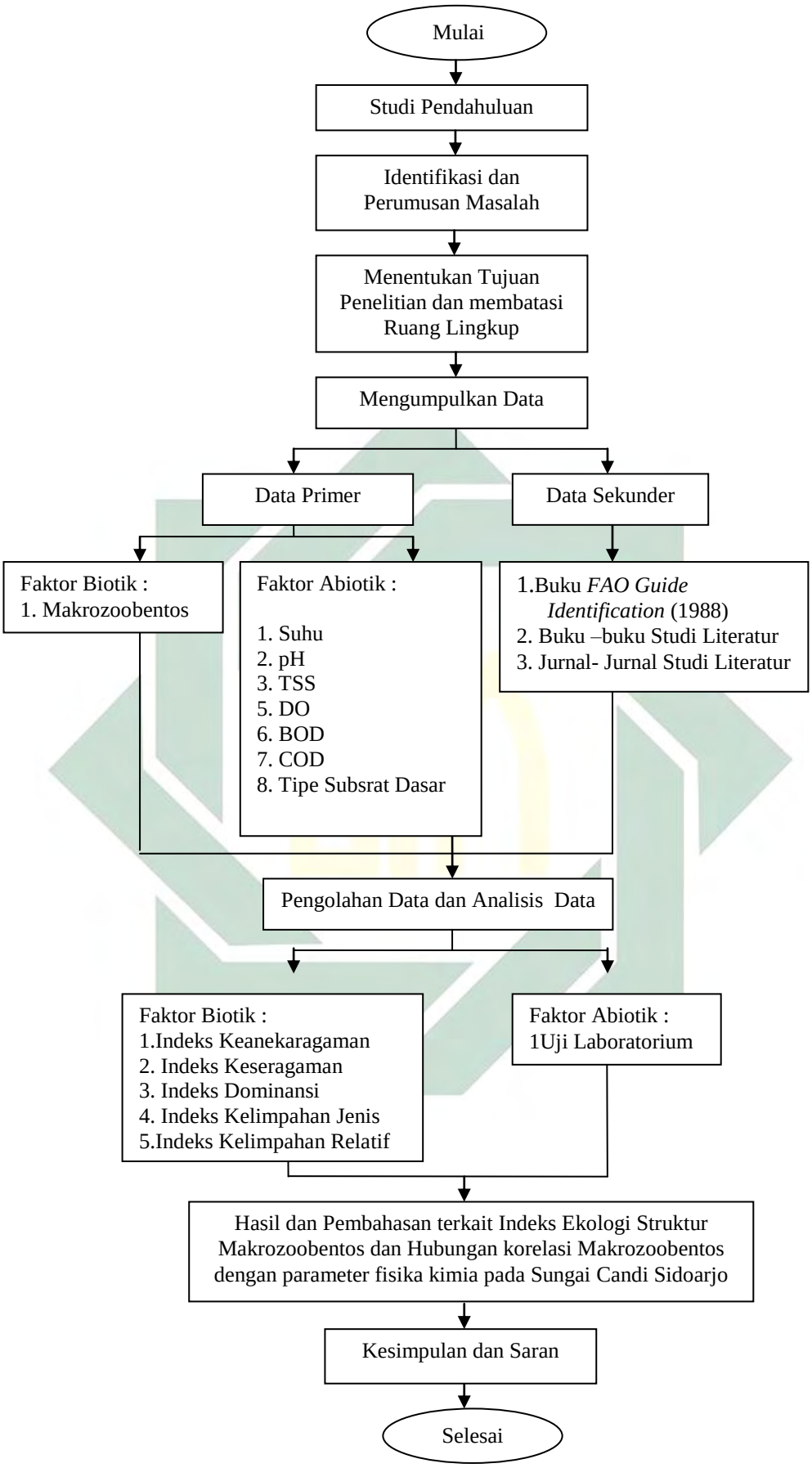
No	Alat dan Bahan	Fungsi
6	Timbangan Digital	Digunakan untuk mengetahui massa sampel sedimen yang telah diklasifikasi berdasarkan size sedimen
7	Timbangan Analitik	Menimbang sejumlah bahan dari ukuran yang sangat kecil
8	Gelas Ukur	Digunakan untuk alat ukur volume cairan
9	Air Suling (Aquades)	Digunakan untuk sebagai pelarut saat melarutkan senyawa

(Sumber : Analisa Penulis, 2020)

3.4 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini berisi tentang langkah – langkah yang akan dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Deskriptif Kuantitatif. Metode ini terdiri atas beberapa tahapan yaitu, persiapan, pelaksanaan pengambilan data, pengolahan data, dan penyusunan laporan penelitian. Alur tahapan penelitian ditunjukkan pada (Gambar 3.2) berikut:

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.2 Flowchart Penelitian
(Sumber : Analisa Penulis, 2020)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.4.1 Tahap Persiapan

a. Persiapan

Tahapan ini meliputi studi pustaka (literatur review), asistensi kepada pebimbing, survei pertama lokasi dan menyiapkan alat-alat yang dibutuhkan dalam proses penelitian.

b. Tahap Penentu Stasiun

Pada tahap ini melakukan pelaksanaan survei lapangan penelitian pada obyek yang dikendaki. Penentuan stasiun yang akan diamati dan pengambilan data lapangan dilakukan pada bulan Februari-Maret 2020. Metode *Purposive Sampling* (secara terpilih) ini digunakan untuk penentu stasiun pengambilan sampling yang berdasarkan kondisi lingkungan Sungai Candi. Sedangkan pada letak lokasi sampling dapat diukur menggunakan GPS. Berdasarkan stasiun yang telah ditentukan dapat dilihat pada (Gambar 3.3) dan (Tabel 3.3).

Tabel 3.3 Deskripsi Lokasi Penelitian

Stasiun Penelitian	Deskripsi Area
Stasiun 1	Stasiun ini merupakan daerah tanpa aktivitas manusia
Stasiun 2	Stasiun ini merupakan daerah aktivitas pabrik gula Candi
Stasiun 3	Stasiun ini merupakan daerah aktivitas masyarakat / pemukiman

(Sumber : Analisa Penulis, 2020)

3.4.2 Tahap Pengambilan Data

a. Pengukuran Parameter Lingkungan Perairan

Pada pengukuran parameter lingkungan perairan dilakukan secara *insitu* (di lokasi penelitian) dan *ex situ* (diluar lokasi penelitian/penelitian dilakukan pada Laboratorium). Pengukuran parameter lingkungan yang dilakukan secara *in situ* adalah suhu, DO dan pH, sedangkan pengukuran secara *ex situ* meliputi BOD, COD, dan tipe substrat dasar yang dilakukan pada Laboratorium.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1. Suhu

Suhu dapat diukur dengan memakai alat thermometer Air Raksa. Dalam mengukur suhu dengan cara memasukkan thermometer air raksa ke dalam sampel air yang diambil dari dasar perairan lalu dilihat pada skala tabung air raksa. Ketika suhu perairan tinggi, maka air raksa akan memuai. Ketika suhu perairan rendah tabung air raksa akan turun dengan sendirinnya. Ketika thermometer telah dicelupkan pada perairan, tunggu sampai nilai angka pada suhu stabil lalu dibaca angka yang tertera pada alat tersebut, tanpa mengangkat thermometer terlebih dahulu pada permukaan perairan.

2. pH

Pengukuran (pH) menggunakan alat pH meter. pH meter dicelupkan ke badan air sungai , lalu dibaca angka yang tertera pada alat pH meter tersebut dan dicatat.

3. Disolved Oxygen (DO)

Disolved Oxygen (DO) diukur dengan alat DO meter dengan langkah pertama masukkan botol winkler ke dalam permukaan air tanpa gelembung lalu sampel air yang diperoleh lalu masukkan alat DO meter untuk diukur, setelah selama 5 menit alat DO meter dimasukkan kedalam sampel air, lalu dibaca angka yang tertera pada alat DO meter tersebut.

4. Pengukuran TSS, BOD dan COD

Pengukuran TSS, BOD dan COD dilakukan dengan cara menggambil sampel air menggunakan botol terang, langkah pertama buka tutup botol terang, lalu memasukkan botol terang ke dalam air kemudian botol terang ditutup dalam keadaan botol masih di dalam air. Langkah selanjutnya memasukkan botol sampel pada plastik hitam, agar terhindar dari sinar matahari, lalu sampel air langsung diuji pada

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Laboratorium untuk di dianalisa hasil dari TSS, BOD dan COD pada lokasi penelitian.

b. Pengambilan Sampel Sedimen

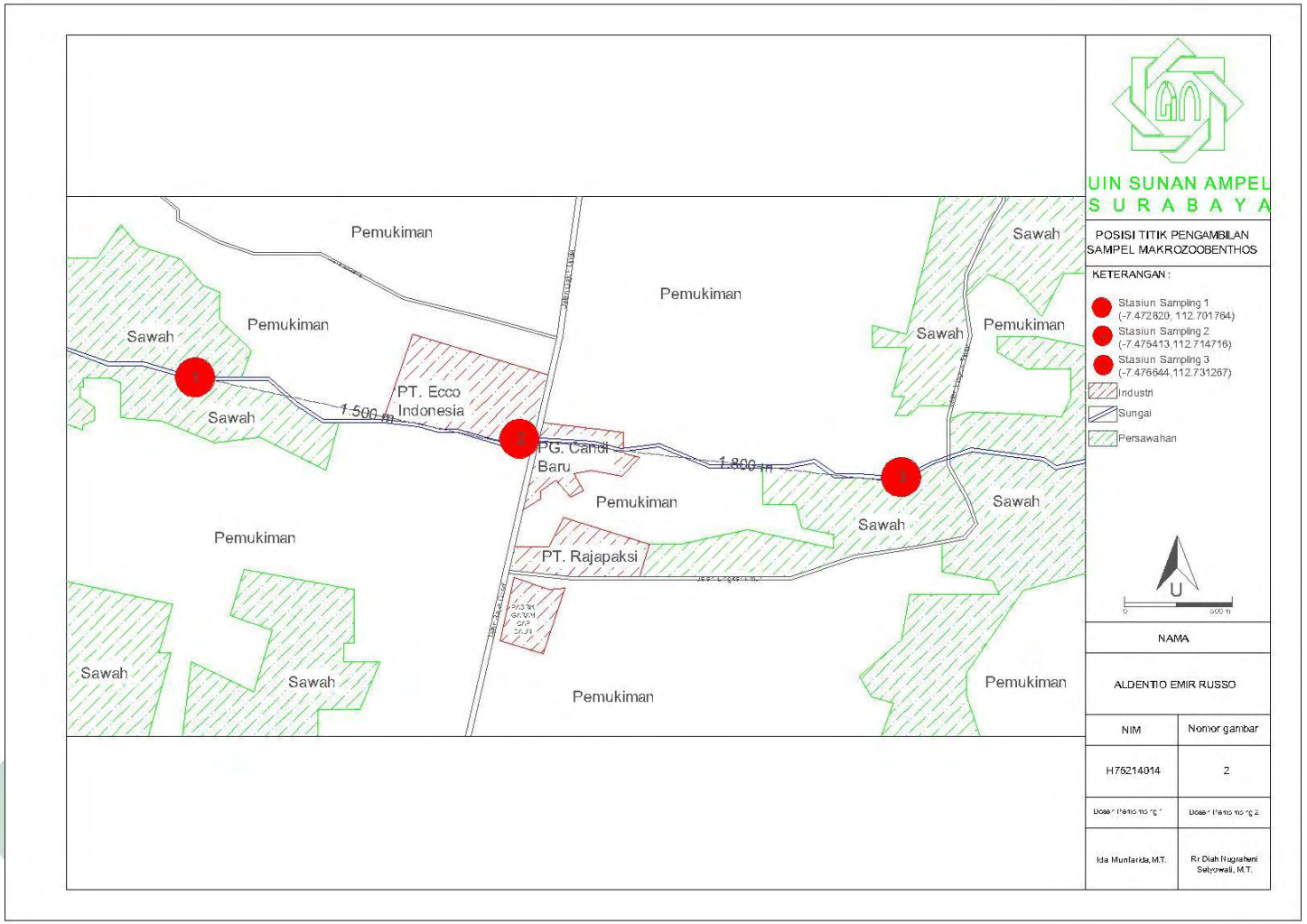
Sampel sedimen diambil dengan menggunakan *eickman dredge* yang memiliki ukuran 20 x 20 cm^2 (400 cm^2) sebanyak 1 kg pada setiap masing –masing stasiun (3 stasiun). Selanjutnya sampel sedimen dimasukkan ke dalam wadah sampel dan di simpan pada kondisi gelap sert diberi label lokasi pengambilan sampel. Selanjutnya sampel sedimen dikering – anginkan dengan cara dibiarkan pada ruangan terbuka, kemudian dianalisa lebih lanjut untuk klasifikasi tekstur pada Laboratorium.

c. Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan secara *purposive sampling* pada 3 titik stasiun yang telah ditentukan. Setiap stasiun terdapat tiga sub stasiun Menurut Maula (2018), dan para peneliti makrozoobentos lainnya, biasanya pengambilan sampel makrozoobentos dan pengukuran parameter dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan selama 9 hari (per 3 hari sekali), karena makrozoobentos memiliki hidup yang relatif menetap (*sesile*) dan memiliki pergerakan yang rendah.

Menurut Maula (2018), untuk mengambil sampel pada sungai yang memiliki substrat halus pada sungai menggunakan *eickman dredge* sekitar bukaan mulut 400 cm^2 dengan 3 titik, yaitu di tengah dan 2 bagian tepi sungai pada setiap stasiun. Sampel selanjutnya disaring dengan menggunakan saringan makrozoobentos yang memiliki lubang berdiameter 1 mm, selanjutnya makrozoobentos dimasukkan ke dalam kantong sampel dengan diberi pengawet formalin 10 % dan diberi label sesuai tempat pengambilan sampel untuk diidentifikasi pada Laboratorium.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.3 Posisi Titik Pengambilan Sampel Perairan dan Makrozoobentos
(Sumber : Analisa Penulis, 2020)

3.4.3 Tahap Pengolahan Data

a. Uji Laboratorium

1. Identifikasi Sampel Makrozoobentos

Sampel makrozoobentos yang diperoleh dari lapangan lalu diidentifikasi di Laboratorium Teknik Lingkungan dengan menggunakan Buku FAO *Species Identification Guide For Fishery Purposes : The Living Marine Resources Of The Western Central Pasific Volume 1. Seaweed, Corals, Bivalves, and Gastropod*s (1998), dan sumber acuan lainnya. Selanjutnya sampel makrozoobentos yang telah diidentifikasi dimasukkan pada tabel pengamatan (Tabel 3.4).

Tabel 3.4 Tabel Pengamatan

No	Kelas	Famili	Spesies	Stasiun		
				Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3

(Sumber : Analisa Penulis, 2020)

2. Identifikasi Sampel Sedimen menggunakan Ayakan

Sampel sedimen yang diperoleh dari lapangan lalu diidentifikasi di Laboratorium Oseanografi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. Pada penelitian ini untuk mengetahui ukuran partikel sedimen, Menurut Yasir (2017) menggunakan perlakuan penyaringan kering berdasarkan Skala Wenworth (Tabel 3.5). Saringan yang digunakan sampel sedimen, ialah saringan yang bertingkat yang memiliki ukuran berbeda-beda mulai dari 9,5 mm - < 0,053 mm. Sampel sedimen yang digunakan untuk pengayakan, sebelumnya dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 110 ^{o}C selama 24 jam.

Sampel sedimen yang telah dikeringkan kemudian dihaluskan hingga halus dan ditimbang sebesar $\pm$ 500 gram, selanjutnya diayak dengan menggunakan alat *Shive Shaker* bertingkat selama $\pm$15 menit dengan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

gerakan stabil sehingga diperoleh pemisah partikel sedimen berdasarkan masing – masing ukuran ayakan (9,5 mm, 3,35 mm, 1,7 mm, 0,85 mm, 0,425 mm, 0,212 mm, 0,106 mm, 0,053 mm, < 0,053 mm) dan sampel sedimen terpisah dari masing-masing ukuran ayakan yang bertingkat lalu ditimbang.

$$\% \text{ Berat Sedimen} = \frac{\text{Berat hasil ayakan}}{\text{Berat total hasil ayakan sampel}} \times 100\ \% \quad ..(3.1)$$

Selanjutnya menganalisa sampel sedimen berdasarkan Skala Wenworth untuk menunjukkan klasifikasi sedimen berdasarkan ukuran butiran sedimen.

Tabel 3.5 Klasifikasi Sedimen Dasar Sungai Berdasarkan Diameter Partikel Menurut Skala Wenworth

Diameter Partikel (mm)	**Klasifikasi Sedimen**
-	Batu kali *(bedrock)*
>256	Bulder *(boulder)*
128-256	Kobel besar *(large cobbe)*
64-128	Kobel kecil *(small cobble)*
32-64	Pebel besar *(large pebble)*
16-32	Pebel kecil (*small pebble*)
8-16	Batu kerikil kasar *(coarse gravel)*
4-8	Batu kerikil sedang *(medium gravel)*
2-4	Batu kerikil kecil *(fine gravel)*
0.5-1	Pasir sangat kasar *(very coarse)*
0.25-0.5	Pasir kasar *(medium)*
0.125-0.25	Pasir halus *(fine)*
0.063-0.125	Pasir sangat halus *(very fine)*
0.032-0.063	Lumpur *(silt)*
<0,032	Tanah liat *(clay)*

(Sumber : Jeffries dan Mills, 1996)

3. Analisis Sampel *Total Suspended Solid* (TSS)

Metode yang digunakan untuk menganalisis sampel *Total Suspended Solid* (TSS) adalah metode Gravimetri (SNI, 2004). Sampel air yang telah diambil pada lapangan menggunakan botol terang untuk diuji pada Laboratorium untuk uji analisis TSS, botol sampel terlebih

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dahulu dikocok agar air sampel serta partikel –partikel teraduk rata serta terhindar dari penempelan partikel padatan pada dinding botol sampel.

Tahapan selanjunya, kertas saring yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu menggunakan timbangan analitik. Sebelum pada tahap proses penyaringan sampel, setelah berat kertas saring dicatat, kemudian kertas saring diletakkan diatas saringan gelas ukur, sebelumnya kertas saring dibasahi dengan sedikit air aquades untuk memineralisasi kertas saring sebelum air sampel dituang, setelah dibasahi dengan air air aquades secara perlahan – lahan air sampel dituangkan.

Setelah padatan tersuspensi tersaring, selanjutnya memasukkan kertas saring yang berisi padatan tersuspensi tersebut ke dalam oven pada suhu 105^{o}C selama 1 jam, setelah proses pengeringan di dalam oven selesai, kertas saring sampel didinginkan di dalam desikator, selanjutnya kertas saring ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik. Jika filtrasi sempurna membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, perbesar diameter kertas saring atau kurangi volume uji sampel air. Ukuran volume sampel yang menghasilkan kering residu 2,5 mg sampai dengan 200 mg. Jika volume yang disaring tidak memenuhi hasil minimum, maka volume sampel diperbesar hingga 1000 ml. Rumus perhitungan TSS menurut SNI (2004) adalah sebagai berikut :

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(\text{A}-\text{B})\ \text{X}\ 1000}{\text{V}} \quad \text{.....(3.2)}$$

Keterangan :
A = Berat Kertas Saring + Residu Kering (mg)
B = Berat Kertas Saring (mg)
V = Volume Sampel (ml)

4. Analisis *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Pengukuran BOD diukur menggunakan alat DO meter. Menurut Suin (2002) *et.al.,* Maula (2018) , untuk menganalisis BOD yaitu sampel air

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang diambil dari lapangan penelitian dimasukkan ke dalam botol dan diinkubasi dalam inkubator pada suhu 20^{o}C selama lima hari. Nilai BOD yaitu dengan cara mengukur DO saat hari pertama (pengambilan sampel hari 1) dikurangi dengan nilai DO ke-5 (hari 5 setelah pengambilan sampel) dan dinyatakan dalam satuan mg/l. Rumus perhitungan nilai BOD_5 adalah sebagai berikut :

$$BOD_5 \text{ (mg/l)} = \frac{(X0-X5)-(B0-B5)(1-P)}{P} \quad \text{.....(3.3)}$$

Keterangan :

X_0 = Kandungan oksigen terlarut awal dari sampel pada saat t = 0 (mg/l)

X_5 = Kandungan oksigen terlarut awal dari sampel pada saat t = 5 (yang telah diinkubasi selama 5 hari) (mg/l)

B_0 = Kandungan oksigen terlarut awal dari blanko (aquades) pada saat t = 0 (mg/l)

B_5 = Kandungan oksigen terlarut awal dari blanko (aquades) pada saat t = 5 (yang telah diinkubasi selama 5 hari) (mg/l)

P = Jumlah dan banyaknya pengenceran yang telah dilakukan

3.4.4 Tahap Analisis Data

Agar memperoleh struktur komunitas makrozoobentos pada 3 stasiun di Sungai Candi, maka menggunakan analisis data sebagai berikut :

1. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman untuk mengetahui keadaan makrozoobentos secara matematis agar dapat memudahkan dalam mengamati keanekaragaman populasi dalam suatu komunitas. Indeks keanekaragaman dapat dihitung dengan menggunakan rumus Shannon – Wiener (Odum, 1993).

$$H' = - \Sigma \left[\frac{ni}{N} \right] \text{ x } \ln \left[\frac{ni}{N} \right] \text{.....(3.4)}$$

Keterangan :

H’ = Indeks Keanekaragaman

ni = Jumlah individu masing – masing spesies

N = Jumlah total individu semua spesies

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kriteria tingkat nilai Indeks Keanekaragaman Shannon –Weiner memiliki kisaran nilai tertentu yang disajikan pada Tabel (3.6)

Tabel 3.6 Kategori Indeks Keanekaragaman

H'	Penjelasan
H'< 1	Keanekaragaman Rendah
H' 1-3	Keanekaragaman Sedang
H' > 3	Keanekaragaman Tinggi

(Sumber : Wilhm, 1975)

2. Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman dapat dikatakan seimbang komposisi individu pada tiap spesies yang ditemukan pada suatu komunitas. Indeks keseragaman dapat dihitung menggunakan persamaan rumus Indeks Evannes (Odum, 1993).

$$E = \frac{H'}{\text{In } S} \quad \text{.....(3.5)}$$

Keterangan :
E = Indeks Keseragaman
H' = Indeks keanekaragaman jenis
S = Jumlah jenis organisme

Kriteria tingkat keseragaman spesies berdasarkan indeks keseragaman (E) telah disajikan pada (Tabel 3.7)

Tabel 3.7 Kategori Indeks Keseragaman

E	Kategori
0,00 < E < 0,40	Keseragaman Rendah
0,40 < E < 0,60	Keseragaman Sedang
0,60 < E < 1,00	Keseragaman Tinggi

(Sumber : Krebs, 1989)

Indeks keseragaman berkisar antara nol sampai satu, semakin mendekati nol maka semakin kecil keseragaman populasi yang artinya penyebaran jumlah individu setiap spesies tidak sama dan terdapat kecenderungan satu spesies yang mendominasi. Semakin mendekati

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

nilai satu, maka penyebaran jumlah individu setiap spesies semakin merata dan tidak ada yanng berdominan.

3. Indeks Dominansi

Indeks dominansi digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya yang berdominan pada suatu jenis makrozoobentos tertentu, oleh karena itu digunakan indeks dominansi Simpson (Odum, 1993) menggunakan persamaan :

$$C = \Sigma \left[\frac{ni}{N} \right]^2 \quad \text{.....(3.6)}$$

Keterangan :
C = Indeks Dominansi
Ni = Jumlah individu setiap spesies
N = Jumlah total individu

Kriteria tingkat dominansi spesies berdasarkan indeks dominansi (C) telah disajikan pada (Tabel 3.8)

Tabel 3.8 Kategori Indeks Dominansi

C	Kategori
C mendekati 0 (C < 0.5)	Tidak ada jenis yang mendominansi
C mendekati 1 (C > 0.5)	Ada jenis yang mendominansi

(Sumber : Odum, 1971)

4. Indeks Kelimpahan Jenis

Kelimpahan makrozoobentos dapat dihitung menggunakan jumlah individu persatuan luas (ind/m^2) Indeks kelimpahan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Shannon – Wiener (Odum, 1971) :

$$K = \frac{a}{bx\ n} \text{ x } 10.000 \quad \text{.....(3.7)}$$

Keterangan :
K = Indeks kelimpahan jenis (ind/m^2)
a = Banyaknya makrozoobentos yang tersaring (ind)
b = Luas mulut grab (cm^2)
n = Jumlah pengulangan pengambilan
1000 = Nilai konversi cm^2 menjadi m^2

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5. Indeks Kelimpahan Relatif

Kelimpahan Relatif (KR) merupakan perbandingan kelimpahan jenis makrozoobentos dengan jumlah total seluruh jenis makrozoobentos. Kelimpahan Relatif (KR) dapat dihitung menggunakan persamaan Shannon – Wiener (Odum, 1993) :

$$KR = \frac{ni}{N} \times 100\ \% \quad \text{.....(3.8)}$$

Keterangan :

KR = Kelimpahan Relatif
Ni = Jumlah individu setiap spesies
N = Jumlah total individu

6. Hubungan antara Struktur Komunitas Makrozoobentos dengan Parameter Fisika dan Kimia

Hubungan struktur komunitas makrozoobentos terhadap setiap parameter fisika dan kimia perairan dapat diketahui dengan dianalisis menggunakan rumus koefesien korelasi *Pearson* (Suin, 2012) :

$$r = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}} \quad \text{.....(3.9)}$$

Keterangan :

r = Koefesien Korelasi
x = Variabel bebas (*independent variable*)
y = Variabel tak bebas (*dependent variable*)

Cara memperoleh korelasi antara struktur komunitas makrozoobentos dengan parameter fisika dan kimia (seperti suhu, DO, pH, TSS, COD, BOD) pada Sungai Candi, yang dianalisis menggunakan korelasi *Pearson* atau dengan cara aplikasi SPSS, hasil indeks ekologi makrozoobentos sebagai variabel tak bebas (*dependent variable*) yang dilambangkan dengan huruf (Y) dan parameter fisika dan kimia sebagai variabel bebas (*independent variable*) yang dilambangkan dengan huruf (X).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Menurut Sugiyono (2004), Koefesien korelasi sederhana dilambangkan dengan huruf (r) merupakan suatu ukuran arah dan kekuatan hubungan linear antara dua variabel, yaitu variabel bebas (X) dan variabel tak bebas (Y), dengan memiliki ketentuan nilai r berkisar dari nilai ($-1 \leq r \leq +1$). Apabila nilai dari r = -1, maka dinyatakan korelasi negatif sempurna (menyatakan arah hubungan (X) dan (Y) adalah negatif dan sangat kuat). Jika r = 0 , maka dinyatakan tidak ada korelasi, dan ketika r – 1, maka dinyatakan memiliki korelasi yang sangat kuat dengan arah positif. Nilai positif memperlihatkan hubungan searah (X naik, maka Y naik), sedangkan nilai negatif memperlihatkan hubungan terbalik (X naik, maka Y turun). Sedangkan pengertian dari nilai (r) akan dijelaskan pada (Tabel 3.9) berikut:

Tabel 3.9 Kekuatan Hubungan dalam Korelasi

Nilai	Keterangan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1.000	Sangat Kuat

(Sumber : Sugiyono, 2004)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Lingkungan di perairan Sungai Candi Sidoarjo

Parameter lingkungan merupakan salah satu indikator untuk mengetahui keadaan suatu kondisi lingkungan habitat makrozoobentos. Parameter lingkungan yang berupa parameter perairan fisika dan kimia.

4.1.1 Kondisi Parameter Fisika Kimia di Sungai Candi Sidoarjo

Parameter fisika kimia yang digunakan untuk mengukur kualitas perairan Sungai Candi Sidoarjo pada masing-masing stasiun diantaranya yaitu suhu, pH, TSS, DO BOD dan COD dan sedimen. Hasil pengukuran menggunakan parameter fisika kimia pada 3 stasiun pengamatan di Sungai Candi Sidoarjo selanjutnya dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air sesuai dengan peruntukannya yang belaku sesuai dengan kriteria Baku Mutu Air Kelas. Pada Sungai Candi, termasuk dalam kategori Kelas III (karena diperuntukkan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan mengairi pertanian). Berikut hasil uji laboratorium parameter fisika kimia di Sungai Candi Sidoarjo yang disajikan pada Tabel 4.1.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.1 Parameter Fisika Kimia pada Sungai Candi Sidoarjo

No	Parameter	Baku Mutu Kelas III	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3	
			Stasiun	Keterangan	Stasiun	Keterangan	Stasiun	Keterangan
1	Suhu (^oC)	Deviasi 3*	28	Memenuhi Kelas III	28	Memenuhi Kelas	28	Memenuhi Kelas III
2	pH	6 - 9*	7,30	Memenuhi Kelas III	7,20	Memenuhi Kelas III	7,30	Memenuhi Kelas III
3	TSS (mg/l)	400*	103	Memenuhi Kelas III	147	Memenuhi Kelas III	176	Memenuhi Kelas III
4	DO (mg/l)	3*	2,60	Tidak Memenuhi Kelas III	2,30	Tidak Memenuhi Kelas III	2,20	Tidak Memenuhi Kelas III
5	BOD (mg/l)	6*	6	Memenuhi Kelas III	13,70	Tidak Memenuhi Kelas III	13,90	Tidak Memenuhi Kelas III
6	COD (mg/l)	50*	8,10	Memenuhi Kelas III	65,50	Memenuhi Kelas III	72,70	Memenuhi Kelas III

(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Keterangan :
(*Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air)

Pada Tabel 4.1 dalam pengukuran parameter perairan fisika kimia pada Sungai Candi Sidoarjo, terdapat 6 parameter yang diteliti pada masing-masing stasiun yaitu yang berupa suhu, pH, TSS, DO, BOD, dan COD. Dalam pengukuran parameter dilakukan dengan 3 kali pengulangan pengambilan lalu hasil setiap parameter dirata-rata. Pada Stasiun 1 dari 6 parameter yang diamati terdapat 1 parameter yang tidak sesuai dengan Baku Mutu Air Kelas III yang berlaku yaitu parameter DO, sedangkan pada Stasiun 2 dan Stasiun 3 dari 6 parameter yang diteliti, ada dua parameter yang tidak sesuai dengan Baku Mutu Air Kelas III adalah parameter DO dan BOD. Berikut penjelasan tentang parameter fisika kimia yang telah diteliti.

1. Suhu

Berdasarkan Tabel 4.1 untuk hasil pengukuran parameter suhu yang terdapat pada Sungai Candi Sidoarjo diantara 3 stasiun berkisar 28 ^oC. Suhu dari tiga stasiun tersebut relatif sama, sehingga tidak mengalami fluktuasi,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan keadaan cuaca pada saat pengukuran suhu juga relatif sama, sehingga suhu tidak mengalami perubahan.

Pada umumnya nilai suhu di 3 stasiun yang telah diukur sebesar 28°C. Nilai suhu dari 3 Stasiun termasuk dalam kondisi normal dalam pertumbuhan makrozoobentos. Kondisi tersebut sesuai dengan penelitian Nontji (2005) yang menyatakan nilai untuk suhu perkembangan makrozoobentos berkisar antara 25°C - 36°C. Sehingga suhu merupakan faktor pembatas yang penting bagi pertumbuhan makrozoobentos.

2. pH

Berdasarkan hasil pengukuran parameter yang tertera pada Tabel 4.1 di tiga titik stasiun Sungai Candi Sidoarjo berkisar 7,20-7,30. Nilai pH pada ketiga stasiun termasuk pada kategori normal. Pada umumnya nilai pH pada perairan air sungai antara lain 6-9. Nilai pH pada air bersifat dinamis, nilai tersebut berubah dikarenakan yang berasal dari pembuangan limbah, salah satunya pembuangan limbah pada pabrik, limbah dari saluran pemukiman warga atau pembuangan lainnya.

Berdasarkan pernyataan Mahida (1993) *dalam* Maula (2018) limbah seperti hasil industri dan rumah tangga dapat berpengaruh pada nilai pH perairan. Karena adanya karbonat, bikarbonat dan hidroksida akan menaikkan kebasaan pada air, sedangkan adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat dapat menaikkan suatu keasaman suatu perairan. Setiap makrozoobentos memiliki batas toleransi yang berbeda-beda terhadap pH.

3. *Total Suspended Solid* (TSS)

Berdasarkan nilai TSS Pada Tabel 4.1 di perairan Sungai Candi Sidoarjo, pada Stasiun 1 memiliki nilai sebesar 103 mg/L, sedangkan pada Stasiun 2 memiliki kenaikan nilai TSS, dengan nilai sebesar 147 mg/L yang berada di kawasan industri pabrik gula Candi, selanjutnya pada Stasiun 3 memiliki nilai TSS Sebanyak 176 mg/L pada daerah aktivitas masyarakat /

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

pemukiman. Nilai TSS dari 3 stasiun, yang memiliki nilai terendah pada Stasiun 1, sedangkan nilai TSS tertinggi pada Stasiun 3.

Menurut pernyataan Wardhana (2004) bahwa hasil buangan padat yangmemiliki bentuk kasar (butiran besar), memiliki berat, serta tidak larut dalam air, maka hasil pembuangan tersebut akan mengendap di dalam dasar sungai. Padatan total suspensi biasanya berasal dari fitoplankton, zooplankton, limbah industri, kotoran manusia serta sisa-sisa pertanian.

Adanya endapan di dasar sungai akan mengakibatkan terganggunya kelangsungan hidup organisme di perairan salah satunya makrozoobentos, karena endapan bahan buangan akan menutupi permukaan dasar air yang mungkin mengandung telur organisme sehingga telur organisme tersebut tidak akan dapat hidup (tumbuh). Selain itu, adanya endapan di dalam air juga dapat mengancam sumber makanan yang ada di dasar sungai sehingga jumlah makanan untuk makrozoobentos pada perairan akan menjadi berkurang. Karena pernyebab tersebut populasi makrozoobentos pun akan menjadi berkurang.

4. Oksigen Terlarut (DO)

Berdasarkan Tabel 4.1 nilai DO di perairan Sungai Candi Sidoarjo, pada Stasiun 1 memiliki nilai DO sebesar 2,60 mg/L, pada Stasiun 2 memiliki nilai sebesar 2,30 mg/L, sedangkan pada Stasiun 3 memiliki nilai DO sebesar 2,20 mg/L. Nilai DO pada 3 stasiun yang telah diteliti, nilai DO tersebut tidak sesuai dengan baku mutu air Kelas III Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001. Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 tahun 2001 tentang kriteria baku mutu air Kelas III untuk nilai DO batas minimum yang diperbolehkan adalah 3 mg/L.

Menurut Connel dan Miller (1995) menyatakan pada nilai konsentrasi oksigen terlarut dapat mengalami penurunan, faktor tersebut biasanya dikarenakan adanya penambahan bahan organik yang berada di suatu perairan, oleh karena itu bahan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme dengan memakan oksigen yang masih ada di perairan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada tingkatan jenis, dan masing-masing makrozoobentos mempunyai tingkat respon yang berbeda-beda terhadap penurunan oksigen terlarut (DO). Pada saat semakin tinggi nilai oksigen terlarut (DO) pada suatu perairan, maka akan baik pula untuk pertumbuhan makrozoobentos.

5. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Berdasarkan parameter BOD pada Tabel 4.1 untuk nilai BOD Stasiun 1 sebesar 6 mg/L, berdasarkan baku mutu yang telah ditetapkan pada Stasiun tersebut masih memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Sedangkan pada Stasiun 2 di sekitar kawasan pabrik Gula Candi Sidoarjo, nilai BOD pada perairan sebesar 13, 70 mg/L dan untuk Stasiun 3 (daerah aktivitas masyarakat / pemukiman) nilai BOD sebesar 13,90 mg/L. Pada Stasiun 2 dan Stasiun 3, nilai BOD pada perairan telah melebihi baku mutu air Kelas III Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001. Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 tahun 2001 tentang kriteria baku mutu air untuk nilai BOD sebesar 12 mg/L.

BOD dapat mengindikasi kadar bahan organik di dalam air sehingga BOD biasanya digunakan untuk mengukur terjadinya pencemaran pada perairan. Semakin besar nilai BOD pada suatu perairan, maka akan semakin besar pula kadar pencemaran yang terjadi pada perairan, nilai BOD tertinggi yaitu berada pada Stasiun 2 dan Stasiun 3. Menurut Kristanto (2002), BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh organisme hidup untuk menguraikan bahan-bahan buangan pada suatu perairan. Semakin banyak hasil buangan pada suatu perairan, maka akan semakin banyak pula oksigen terlarut yang diperlukan oleh organisme dalam perairan untuk mengurangi bahan organik dalam perairan, sehingga oksigen terlarut dalam perairan akan berkurang. Hal tersebut akan mempengaruhi jumlah, jenis serta keanekaragaman pada makrozoobentos.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

6. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Berdasarkan Tabel 4.1 untuk parameter COD, pada Stasiun 1 memiliki nilai sebesar 8,10 mg/L. Sedangkan nilai COD tertinggi pada Stasiun 2 sebesar (65, 50 mg/L) dan Stasiun 3 sebesar (72,70 mg/L) yang berada di kawasan pabrik gula Candi Sidoarjo dan pemukiman masyarakat. Perairan yang mengandung kadar COD yang tinggi maka memerlukan oksigen untuk proses oksidasi kimia, hal tersebut dapat menurunkan cadangan oksigen dalam suatu perairan.

Menurut Effendi (2003) menyatakan bahwa kebutuhan COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat di degradasi secara biologis (*biodegradable*), maupun yang sulit di degradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO_2 dan H_2O sehingga segala macam bahan organik baik yang mudah diurai maupun yang sulit diurai dan akan teroksidasi. Sehingga selisih antara COD dan BOD memberikan gambaran besarnya bahan organik yang sulit diurai yang berada di perairan. Sehingga COD menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada.

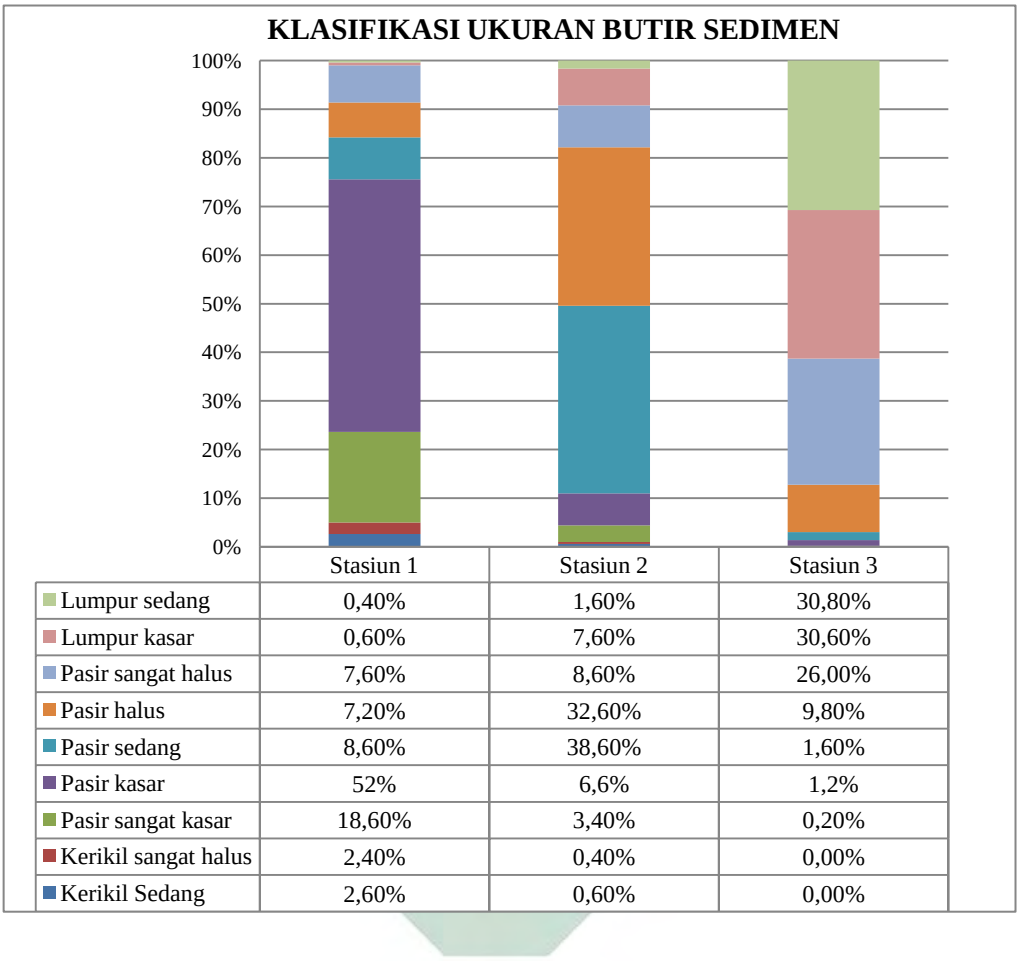
7. Tipe Substrat Dasar (Sedimen Dasar)

Ukuran partikel sedimen dasar merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi struktur tempat hidup makrozoobentos. Jenis substrat berhubungan dengan kandungan oksigen serta ketersediaan nutrien dalam sedimen. Klasifikasi ukuran sedimen pada 3 stasiun disajikan pada Gambar 4.1

Pada saat mengklasifikasi ukuran sedimen pada 3 stasiun memperlihatkan bahwa sedimen pada Stasiun 1 termasuk dalam golongan dominan pasir, yaitu pasir kasar dan pasir sangat kasar dengan nilai persentase sebesar 52 % dan 18, 60%. Selanjutnya di Stasiun 2 termasuk dalam golongan dominan pasir, yaitu pasir sedang dan pasir halus dengan nilai persentase 38,60% dan 32, 60%. Sedangkan pada Stasiun 3 termasuk dalam kategori dominan lumpur, yaitu lumpur sedang (30,80%) dan lumpur

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kasar (30,60%). Penelitian ini didukung dengan pernyataan Lind (1979) yaitu ketika saat kondisi substrat berlumpur dan berpasir, maka kondisi tersebut sangat cocok untuk pertumbuhan makrozoobentos.



	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Lumpur sedang	0,40%	1,60%	30,80%
Lumpur kasar	0,60%	7,60%	30,60%
Pasir sangat halus	7,60%	8,60%	26,00%
Pasir halus	7,20%	32,60%	9,80%
Pasir sedang	8,60%	38,60%	1,60%
Pasir kasar	52%	6,6%	1,2%
Pasir sangat kasar	18,60%	3,40%	0,20%
Kerikil sangat halus	2,40%	0,40%	0,00%
Kerikil Sedang	2,60%	0,60%	0,00%

Gambar 4.1 Klasifikasi Ukuran Butiran Sedimen Sungai Candi Sidoarjo
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

4.2 Struktur Komunitas dan Indeks Ekologi Makrozoobentos pada Sungai Candi Sidoarjo

4.2.1 Identifikasi makrozoobentos

Pada suatu wilayah salah satunya pada ekosistem sungai dibutuhkan untuk mengetahui struktur serta indeks ekologi pada wilayah tersebut. Keberadaan sebaran spesies makrozoobentos di Sungai Candi Sidoarjo, pada setiap stasiun telah disajikan pada (Tabel 4.2).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.2 Sebaran Spesies Makrozoobentos pada Sungai Candi Sidoarjo

No.	Kelas	Spesies	Stasiun Penelitian		
			Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	Gastropoda	*Natica* sp.[1]	√	√	-
2		*Natica* sp.[2]	√	√	-
3		*Littoraria* sp.	√	√	-
4	Bivalvia	*Anodontia* sp.	√	√	√
5		*Anadara* sp.[1]	√	√	√
6		*Anadara* sp.[2]	√	√	√
7		*Tapes* sp.	√	√	√
8		*Marcia* sp.	√	√	-
9	Oligochaeta	*Tubifex* sp.	-	√	√

(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Keterangan :

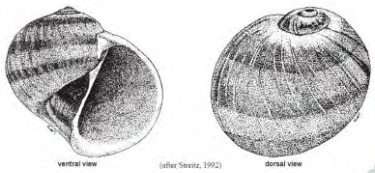
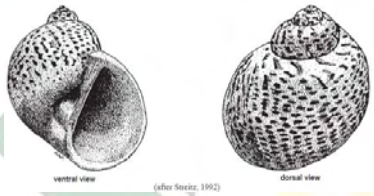
√	Terdapat makrozoobentos spesies-i pada salah satu stasiun
-	Tidak terdapat makrozoobentos spesies-i pada salah satu stasiun

Pada penelitian di Sungai Candi Sidoarjo, diperoleh sebanyak 9 spesies yang tersebar pada 3 stasiun yang berbeda. Kelas Gastropoda sebanyak 3 spesies, Kelas Bivalvia sebanyak 5 spesies, dan 1 spesies berasal dari Kelas Oligochaeta.

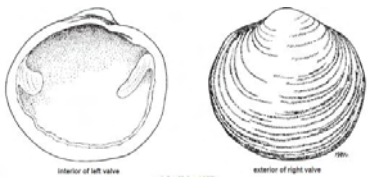
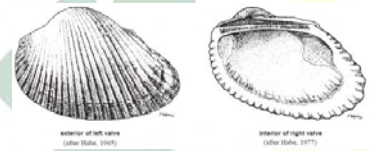
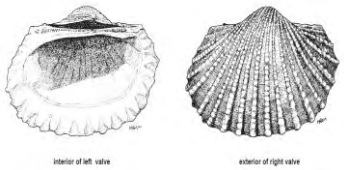
Berikut ini hasil identifikasi makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Candi Sidoarjo berdasarkan buku panduan FAO tahun 1988 secara rinci ditunjukkan pada (Tabel 4.3).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

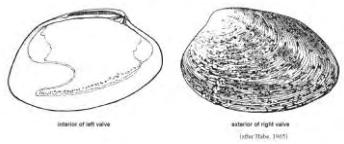
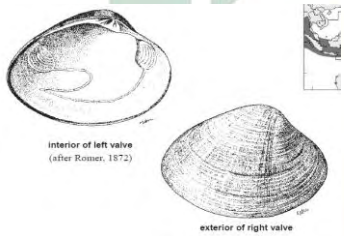
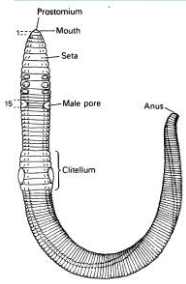
Tabel 4.3 Hasil Identifikasi Makrozoobentos di Sungai Candi Sidoarjo

No	Nama dan Foto Literatur	Hasil Pengamatan	Keterangan
1	*Natica* sp.[1] 		**Karakteristik :** Spesies ini mempunyai cangkang berbentuk kerucut serta memiliki ujung yang pendek. Pada tekstur luarnya licin **Habitat:** Terdapat pada perairan dangkal hingga perairan yang memiliki kedalaman kurang lebih 40 m **Distribusi:** Indo-Pasifik Barat, Madagaskar, dan Kaledonia Baru
2	*Natica* sp. [2] 		**Karakteristik:** Memiliki cangkang tipis dengan ujungnya yang sedikit tinggi. Serta ada batas 2 dengan bentuk spiral bentuk luarnya. **Habitat:** Terdapat pada perairan dangkal hingga perairan yang memiliki kedalaman kurang lebih 30 m **Distribusi:** Indonesia, Malaysia, Jepang, India, Kepulauan Mascareign, dan Queensland
3	*Littoraria* sp.		**Karakteristik :** Memiliki bentuk cangkang tipis, serta ujungnya berbentuk seperti kerucut dan operkulum berbentuk oval. Warna dari cangkang luarnya yaitu putih hingga keunguan, serta terdapat pola berbentuk garis berwarna coklat. Panjang ukuran cangkangnya sekitar 3-4 cm. **Habitat:** Pada perairan dangal dengkal dengan memiliki substrat berlumpur sampai berpasir **Distribusi:** Samudra Hindia, Indo- Pasifik Barat, Jepang.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Nama dan Foto Literatur	Hasil Pengamatan	Keterangan
4	*Anodontia* sp. 		**Karakteristik:** memiliki cangkang yang membentuk membulat dan mengembang. Cangkang luarnya membentuk garis secara horizontal dengan permukaan katup yang padat. **Habitat:** hidup di bawah permukaan substrat. **Distribusi:** Indo-Pasifik Barat, Afrika Timur dan Selatan, Jepang, Hawaii, New South Wales
5	*Anadara* sp. [1] 		**Karakteristik:** Memiliki cangkang yang menonjol agak ke depan serta memiliki bentuk garis pada permukaan cangkang yang memanjang. **Habitat:** Hidup pada perairan berlumpur serta pesies ini termasuk salah satu jenis kerang yang dikormersilkan di Indonesia. **Distribusi:** Indo-Pasifik Barat, Afrika Timur, Jepang, Hawaii, Australia, dan Kaledonia Baru.
6	*Anadara* sp. [2] 		**Karakteristik:** memiliki cangkap yang cukup menonjol. Hewan tersebut memiliki rusuk sebanyak 21, di setiap katup masing-masing rusuknya memiliki beberapa nodul yang berbentuk bulat. **Habitat:** ditemukan di lumpur dan pasir. **Distribusi:** Laut Hindia Timur.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

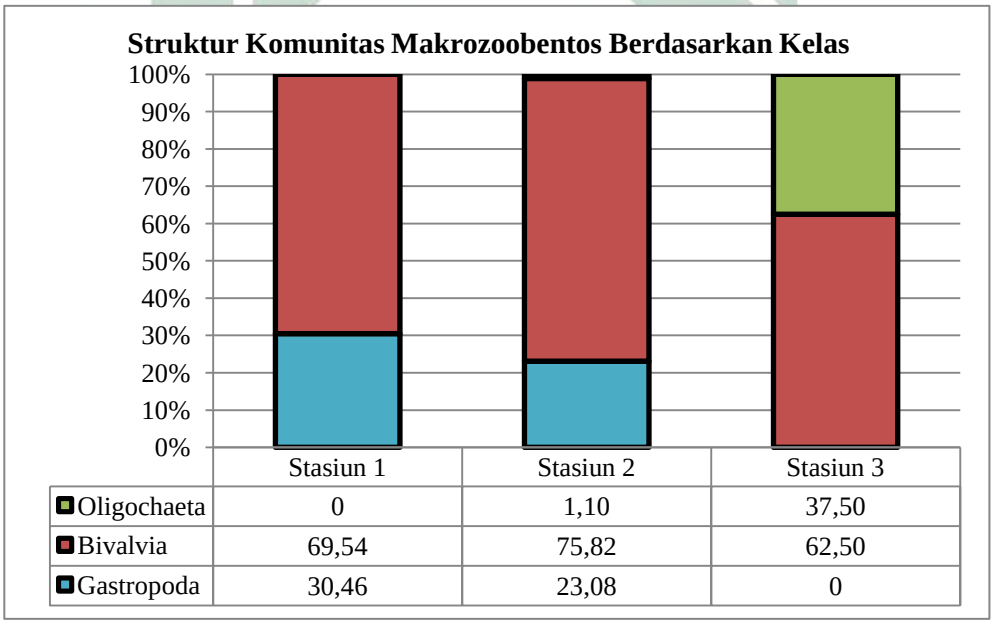
No	Nama dan Foto Literatur	Hasil Pengamatan	Keterangan
7	*Tapes* sp. 		**Karakteristik:** Spesies ini memiliki cangkang yang memanjang dengan tepi membulat. Permukaan luarnya dihiasi oleh banyak tonjolan konsentris dan tedapat batas yang sempit. **Habitat:** Berada di wilayah substrat berpasir hingga berlumpur **Distribusi:** Indo-Pasifik Barat, Afrika Timur dan Tenggara, Jepang, Queensland, dan Kaledonia Baru.
8	*Marcia* sp. 		**Karakteristik:** Memiliki cangkang dengan garis luarnya yang lebih lunak serta cenderung lebih rapat. **Habitat:** Tinggal di perairan yang dangkal. Sehingga biasanya hewan ini dikumpulkan untuk dimakan oleh masyarakat pesisir di Indonesia **Distribusi:** Indo-Pasifik Barat, Samudera Hindia, Teluk Aden.
9	*Tubifex* sp. 		**Karakteristik:** Memiliki warna tubuh kemerahan dengan panjang 4 cm dan memiliki diameter rata-rata 0,5 mm. Warna merah pada tubuh cacing sutra dikarenakan adanya Erytrocruorin yang larut dalam darah **Habitat :** Spesies ini hidup pada perairan tercemar, pada kondisi ini Tubificidae mampu bertahan hidup karena kemampuannya untuk melakukan respirasi pada tekanan oksigen yang rendah

(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2.2 Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Setiap Stasiun

Struktur komunitas makrozoobentos adalah sekumpulan makrozoobentos yang terdiri dari banyak spesies dalam melengkapi komposisi untuk membentuk sebuah komunitas. Berdasarkan hasil penelitian di Sungai Candi Sidoarjo dapat ditemukan 9 jenis makrozoobentos yang tersebar pada 3 stasiun, yaitu 3 jenis berasal dari Kelas Gastropoda, 5 jenis dari Kelas Bivalvia dan 1 Jenis dari Kelas Oligochaeta. Total individu yang didapatkan pada penelitian ini adalah sejumlah 304 individu. Struktur komunitas makrozoobentos berdasarkan kelas pada masing – masing stasiun merujuk pada (Gambar 4.2).



	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Oligochaeta	0	1,10	37,50
Bivalvia	69,54	75,82	62,50
Gastropoda	30,46	23,08	0

Gambar 4.2 Struktur Komunitas Makrozoobentos Berdasarkan Kelas pada Setiap Stasiun.
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Terlihat pada (Gambar 4.2) bahwa Kelas Bivalvia yang paling mendominasi yaitu pada Stasiun 1, Stasiun 2 dan Stasiun 3 dengan persentase sebesar 69,54%, 75,82% dan 62,50%. Dominannya Kelas Bivalvia pada 3 Stasiun terdapat hubungan dengan ukuran diameter partikel sedimen pada Stasiun tersebut. Pada Stasiun 1 dan 2 dominan pasir, sedangkan pada Stasiun 3 dominan lumpur. Menurut Ulmaula (2016), Kelas Bivalvia hidup pada

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

substrat berpasir yang kasar dan berbatu karena Bivalvia termasuk organisme pemakan deposit. Berbeda halnya dengan Kelas Gastropoda yang dapat ditemukan pada substrat berpasir halus karena pasir halus mampu menyediakan nutrien yang baik untuk Gastropoda.

4.2.3 Komposisi Jenis Makrozoobentos pada Setiap Stasiun

Pada penelitian ini, terdiri dari 3 stasiun tempat pengambilan sampel. Berdasarkan hasil identifikasi makrozoobentos yang telah ditemukan pada ketiga stasiun, terdapat sejumlah 304 individu yang terbagi dalam 9 spesies diantaranya berasal dari Kelas Gastropoda sebanyak 3 spesies yang berjumlah (81 individu) dan Kelas Bivalvia sebanyak 5 spesies yang berjumlah (216 individu), serta Kelas Oligochaeta sebanyak 1 spesies sebanyak (7 individu). Sebaran spesies makrozoobentos pada setiap stasiun penelitian telah disajikan pada (Tabel 4.4) berikut.

Tabel 4.4 Sebaran Spesies Makrozoobentos pada Setiap Stasiun

No.	Kelas	Famili	Spesies	Stasiun Penelitian		
				Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	Gastropoda	Naticidae	*Natica* sp.[1]	23	11	0
2		Naticidae	*Natica* sp. [2]	27	8	0
3		Littorinadae	*Littoraria* sp.	10	2	0
4	Bivalvia	Arcidae	*Anodontia* sp.	40	22	5
5		Arcidae	*Anadara* sp. [1]	37	26	3
6		Arcidae	*Anadara* sp. [2]	28	9	1
7		Veneridae	*Tapes* sp.	10	3	0
8		Veneridae	*Marcia* sp.	22	9	1
9	Oligochaeta	Tubificidae	*Tubifex* sp.	0	1	6
Jumlah				197	91	16

(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Pada Stasiun 1 terdapat 197 individu makrozoobentos yang terdiri dari 8 spesies diantaranya berasal dari Kelas Gastropoda sebanyak 3 spesies atau 60 individu dan berasal dari Kelas Bivalvia sebanyak 5 spesies atau 137 individu. Ditemukannya makrozoobentos disana masih dalam kondisi hidup,

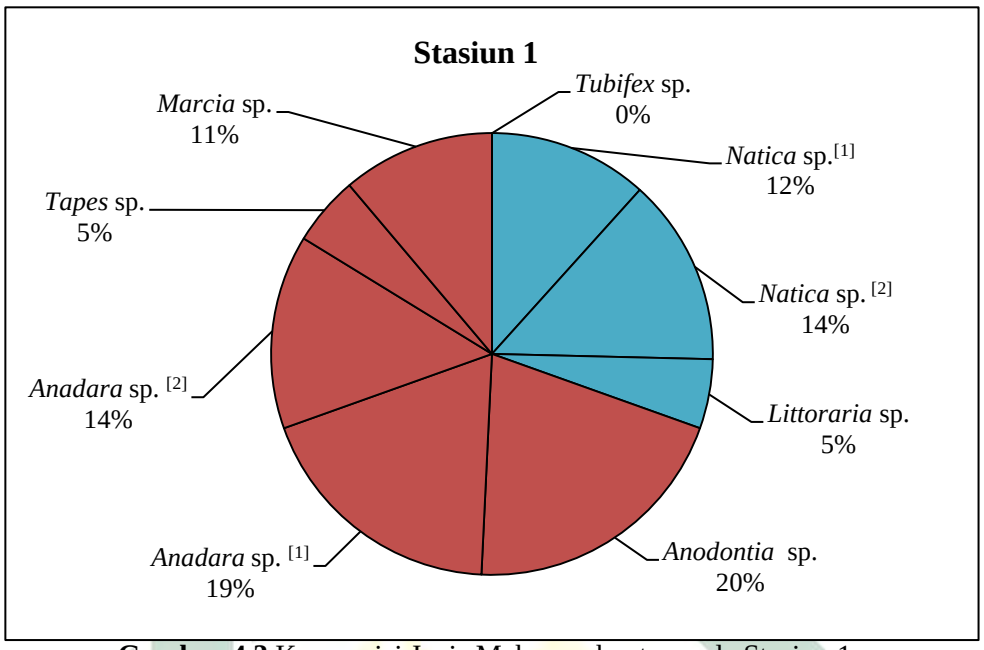
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

karena sungai yang masih relatif bersih serta sungai tersebut tidak terdapat pada kawasan aktivitas manusia.

Selanjutnya di Stasiun 2 terdapat 91 individu makrozoobentos yang terdiri dari 9 spesies diantaranya berasal dari Kelas Gastropoda sebanyak 3 spesies atau 21 individu, pada Kelas Bivalvia sebanyak 5 spesies atau 69 individu. Selanjutnya Kelas dari Oligochaeta sebanyak 1 spesies atau 1 individu. Semua makrozoobentos yang ditemukan dalam keadaan hidup dan keadaan mati, hal ini diduga dikarenakan pada Stasiun 2 merupakan tempat pembuangan air limbah dari Pabrik Gula Candi. Akan tetapi, dengan ditemukannya makrozoobentos yang mati disana maka mengindikasikan bahwa organisme tersebut pernah hidup di lokasi tersebut.

Stasiun 3 ditemukan sejumlah 16 individu makrozoobentos yang terbagi dalam 5 spesies antara lain dari Kelas Bivalvia sebanyak 4 spesies atau 10 individu dan selanjutnya diperoleh dari Kelas Oligochaeta sebanyak 1 spesies atau 6 individu. Pada wilayah stasiun 3 paling sedikit jumlah ditemukannya makrozoobentos dengan kondisi hidup dan mati. Akan tetapi dengan ditemukannya makrozoobentos disana maka mengindikasikan bahwa organisme tersebut pernah hidup di lokasi tersebut. Hal ini diduga dikarenakan oleh faktor antropogenik (aktivitas manusia) yang berada di kawasan sungai serta faktor lingkungan perairan yang kurang bersih.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.3 Komposisi Jenis Makrozoobentos pada Stasiun 1
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

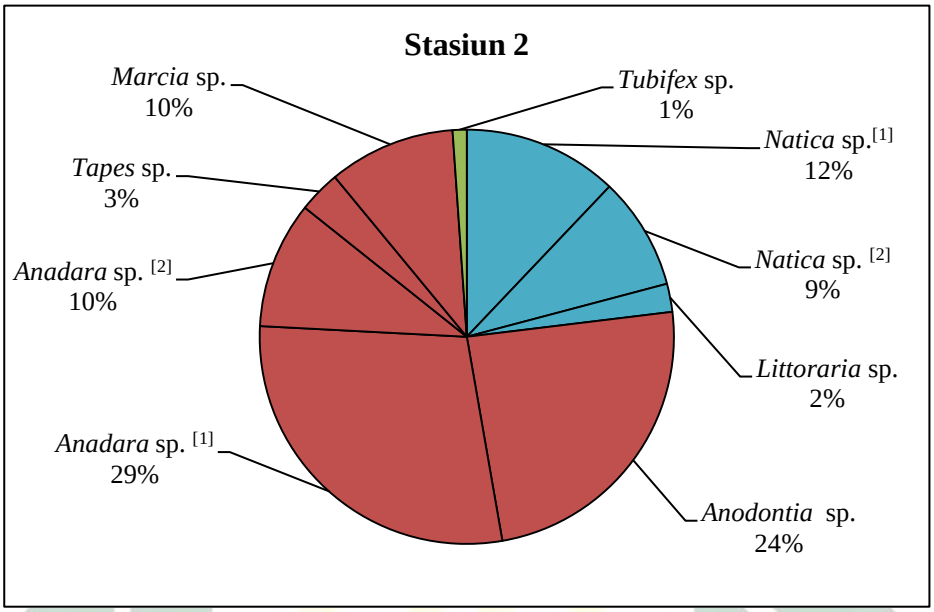
Keterangan :

	Makrozoobentos Kelas Gastropoda
	Makrozoobentos Kelas Bivalvia
	Kelas Oligochaeta

Pada komposisi jenis makrozoobentos pada (Gambar 4.3) terlihat bahwa pada Stasiun 1 yang berada di kawasan tanpa aktivitas masyarakat, ditemukan 2 kelas makrozoobentos yaitu Kelas Bivalvia yang terdiri dari jenis *Anodontia* sp. , *Anadara* sp.[1] , *Anadara* sp.[2] , *Tapes* sp. *dan Marcia* sp. dengan persentase total sebesar 69,54% dan kelas Gastropoda yang terdiri dari jenis *Natica* sp.[1] , *Natica* sp.[2] , dan *Littoraria* sp. , dengan persentase total sebesar 30,46%. Adanya dominansi dari Kelas Bivalvia diduga disebabkan karena dipengaruhi lingkungan yang mendukung pertumbuhan dari Kelas Bivalvia, salah satunya dapat hidup di daerah bersubstrat berpasir. Kelas Bivalvia memiliki kemampuan adaptasi yang cukup baik terhadap lingkungan. Karena kelas Bivalvia termasuk dalam kelompok organisme yang dapat hidup pada daerah dengan substrat sedimen mulai dari lumpur sampai pasir kasar. Selanjutnya pada Stasiun 1 Kelas Gastropoda merupakan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

kelompok organisme kedua yang paling banyak ditemukan setelah Kelas Bivalvia.



Gambar 4.4 Komposisi Jenis Makrozoobentos pada Stasiun 2
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

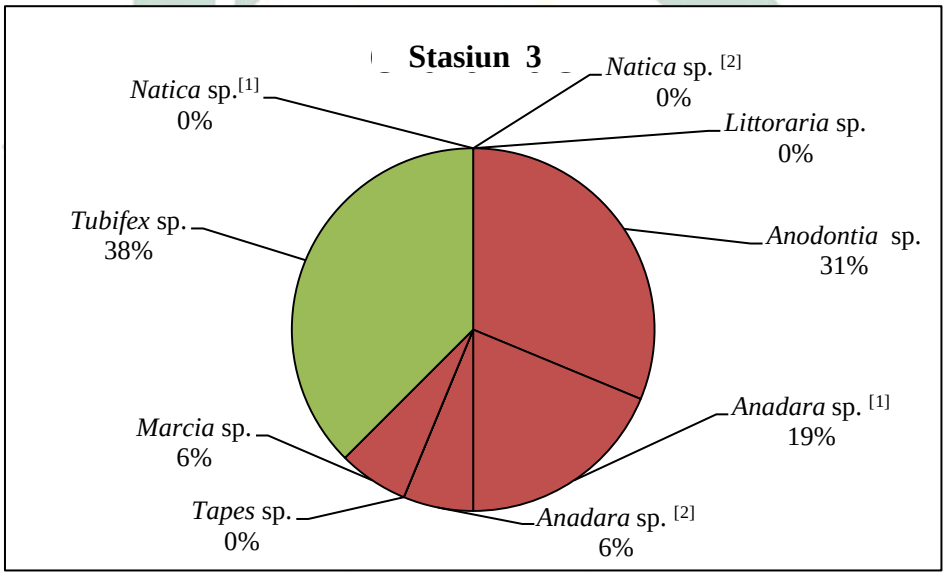
Keterangan :

	Makrozoobentos Kelas Gastropoda
	Makrozoobentos Kelas Bivalvia
	Kelas Oligochaeta

Pada (Gambar 4.4), Stasiun 2 pada kawasan pabrik Gula Candi ditemukan 3 Kelas makrozoobentos yaitu Kelas Bivalvia yang terdiri dari jenis *Anodontia* sp. , *Anodontia* sp. , *Anadara* sp.[1] , *Anadara* sp.[2] , *Tapes* sp. *dan Marcia* sp. dengan persentase total sebesar 75,82% dan Kelas Gastropoda yang terdiri dari jenis *Natica* sp.[1] , *Natica* sp.[2] , dan *Littoraria* sp. , dengan persentase total sebesar 23,08%. Serta Kelas Oligochaeta yang terdiri dari jenis *Tubifex* sp. dengan persentase sebesar 1,10%. Pada Stasiun 2, Kelas Bivalvia mendominasi lebih tinggi dibandingkan dengan Kelas Gastropoda. Namun terlihat, setiap spesies pada Kelas Bivalvia dan Kelas Gastropoda memiliki persentase rendah, yang dapat disimpulkan, makrozobentos yang ditemui tidak memiliki jumlah banyak dengan kondisi hidup dan mati.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sedangkan Stasiun 3, dimana Stasiun ini merupakan daerah aktivitas masyarakat / pemukiman. Pada (Gambar 4.5) hasil yang diperoleh dari Stasiun 3, ditemukan 2 Kelas makrozoobentos yaitu Kelas Bivalvia yang terdiri dari jenis *Anodontia* sp. , *Anodontia* sp. , *Anadara* sp.[1] , *Anadara* sp.[2] , *Tapes* sp. *dan Marcia* sp. dengan persentase total sebesar 62,50% dan Kelas Oligochaeta yang terdiri dari jenis *Tubifex* sp. dengan persentase sebesar 37,50%. Pada Stasiun 3, terlihat bahwa Kelas Oligochaeta memiliki jumlah individu yang paling banyak dibandingkan dengan Stasiun yang lainnya. hal ini dikarenakan pada lokasi penelitian tersebut dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang tidak mendukung untuk pertumbuhan Kelas Bivalvia dan Kelas Gastropoda.



Gambar 4.5 Komposisi Jenis Makrozoobentos pada Stasiun 3
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

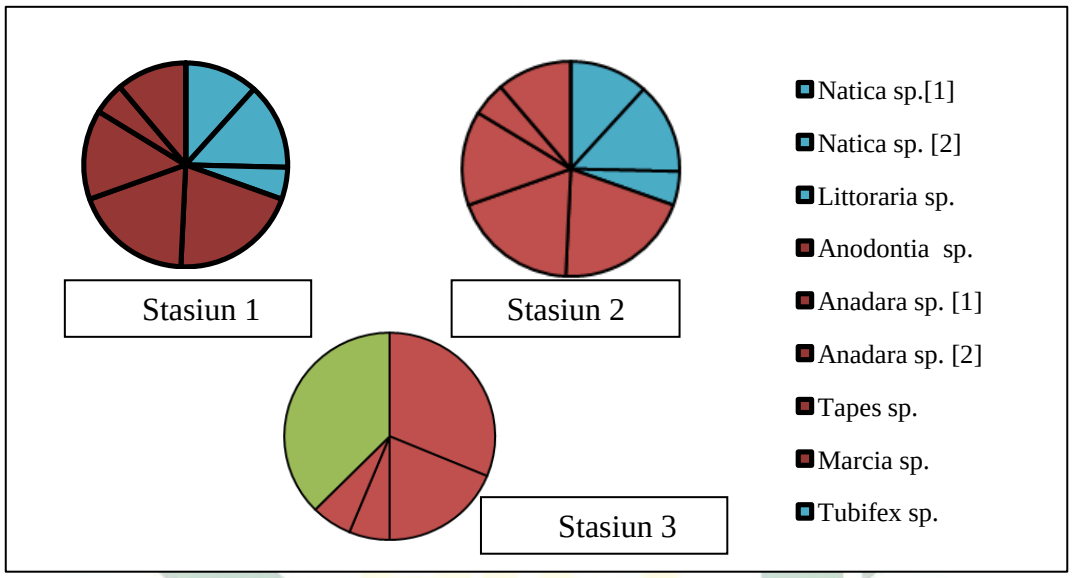
Keterangan :

	Makrozoobentos Kelas Gastropoda
	Makrozoobentos Kelas Bivalvia
	Kelas Oligochaeta

Dugaan keberadaan Kelas Oligochaeta dengan jenis *Tubifex* sp. (cacing), pada Stasiun 3 ini ada karena hewan dari Kelas Oligochaeta merupakan jenis yang memiliki batas toleransi yang tinggi terhadap polutan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

terutama pada bahan organik dan tahan pada tingkat konsentrasi oksigen rendah, dengan kondisi substrat lumpur pada Stasiun ini, menyebabkan sangat disukai oleh hewan tersebut untuk hidup. Hal ini dikuatkan oleh pernyataan Wijayanti (2007) *dalam* Yasir (2017) bahwa pada Kelas Oligochaeta memiliki habitat permukaan pasir dan lumpur.



Gambar 4.6 Perbandingan Komposisi Jenis Makrozoobentos pada Tiga Stasiun
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Keterangan :

	Makrozoobentos Kelas Gastropoda
	Makrozoobentos Kelas Bivalvia
	Kelas Oligochaeta

Berdasarkan data dari 3 Stasiun (dapat dilihat pada Gambar 4.6), dapat disimpulkan perbandingan komposisi jenis makrozoobentos pada Stasiun 1 (tanpa aktivitas masyarakat) memiki komposisi jenis makrozoobentos yang paling beragam serta memiliki jumlah individu makrozoobentos yang lebih banyak dibandingkan stasiun lainnya. Sedangkan pada Stasiun 2 disekitar Pabrik Gula Candi, Kelas Bivalvia lebih dominan namun terdapat pula Kelas Gastropoda Sering ditemukannya pada Stasiun 1 dan 2 komposisi jenis makrozoobentos pada Kelas Gastropoda dan Bivalvia karena kemampuan adaptasinya yang tinggi serta ditemukan pada semua jenis substrat dengan

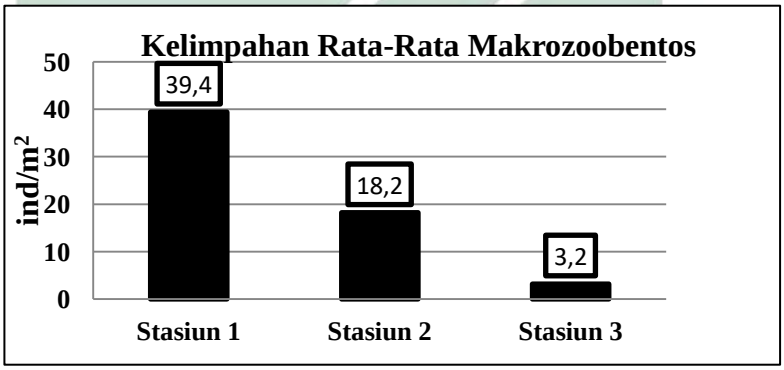
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

relung makanan yang luas (Ruppert & Barnes, 1994). Sedangkan pada Stasiun 3 komposisi jenis Kelas Bivalvia memiliki persentase sedikit, sedangkan untuk Kelas Gastropoda tidak ditemukan pada Stasiun tersebut.

Komposisi dan banyaknya makrozoobentos sangat bergantung dari tingkat toleransi dari hewan itu sendiri, serta pada perubahan kondisi lingkungan itu sendiri. Dalam kondisi habitat perairan, keadaan jenis substrat serta perairan yang baik akan memiliki keanekaragaman komunitas makrozoobentos yang beragam (APHA, 1992).

4.2.4 Kelimpahan Rata-Rata Makrozoobentos

Kelimpahan rata-rata makrozoobentos adalah banyaknya individu per satuan luas. Kelimpahan makrozoobentos memakai rumus persamaan dari (3.7). Kelimpahan rata-rata makrozoobentos yang telah diperoleh pada setiap Stasiun memiliki hasil nilai yang beragam. Pada penelitian di 3 Stasiun, kelimpahan rata-rata makrozoobentos yang ditemukan dengan total antara 3,2 ind/m^2 - 39,4 ind/m^2 . Dapat dilihat pada Gambar 4.7, pada Stasiun 1 memiliki kelimpahan total sebesar 39,4 ind/m^2, Stasiun 2 memiliki kelimpahan total sebesar 18,2 ind/m^2, sedangkan pada Stasiun yang ke 3 mempunyai kelimpahan total sebanyak 3,2 ind/m^2.



Gambar 4.7 Grafik Kelimpahan Rata-Rata Makrozoobentos pada Setiap Stasiun
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Kelimpahan paling tinggi berada pada stasiun 1 bernilai 39,4 ind/m^2 sedangkan kelimpahan paling rendah berada pada stasiun 3 bernilai 3,2

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ind/m^2. Tingginya kelimpahan makrozoobentos pada Stasiun 1 dapat diasumsikan karena dipengaruhi dari suatu organisme yang dapat bertahan hidup tehadap kondisi lingkungan yang baik. Berdasarkan hasil observasi, pada Stasiun 1 memiliki warna air yang tidak keruh serta tidak berbau karena pada Stasiun 1 tidak berada di kawasan sekitar pabrik dan pemukiman masyarakat, sehingga memiliki kelimpahan makrozoobentos yang tinggi .

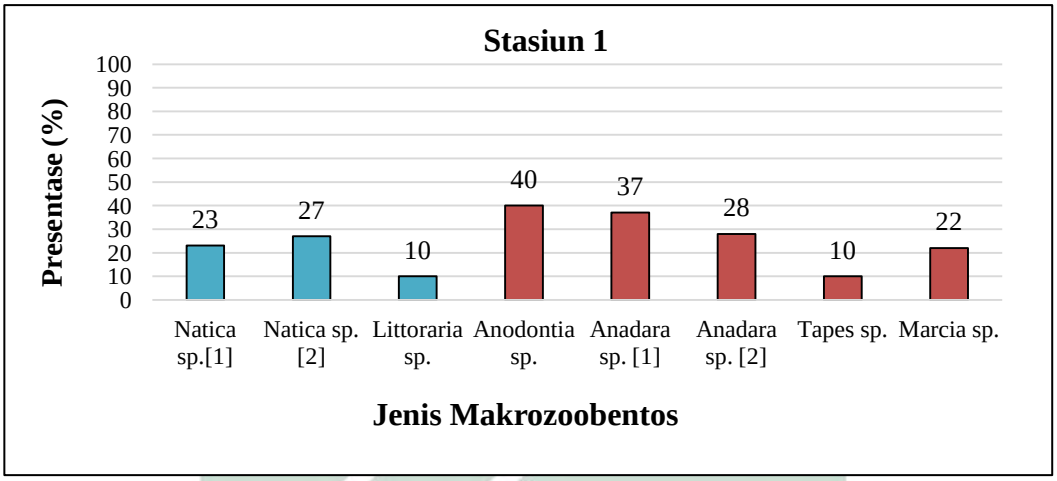
Selanjutnya kelimpahan tertinggi yang kedua ada pada Stasiun 2, Berdasarkan hasil observasi, pada Stasiun 2 memiliki warna air yang keruh dan bau yang kurang sedap. Kelimpahan yang tinggi ini pun berhubungan dengan kondisi lingkungan yaitu kadar nilai DO (*Dissolved Oxygen*) rendah yang menunjukkan bahwa suatu perairan tersebut mengalami pencemaran tetapi memiliki nilai kelimpahan yang tinggi pula.

Berdasarkan dari 3 Stasiun, kelimpahan makrozoobentos Kelas Bivalvia, mampu hidup di 3 Stasiun dengan kondisi yang berbeda-beda. Hal ini membuktikan bahwa makrozoobentos Kelas Bivalvia mampu beradaptasi pada lingkungan yang tercemar karena ketidakpekaan makrozoobentos jenis tersebut. Pernyataan ini pun didukung pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Yaqin (2004), mengenai kerang beracun yang tetap hidup di tengah fenomena *blooming algae* di Perairan Teluk Jakarta. Biasanya hasil nilai yang berbeda pada kelimpahan di setiap stasiun ini sangat berhubungan erat dengan adanya bahan organik, jenis substrat serta kebiasaan hidup pada suatu jenis makrozoobentos itu sendiri.

4.2.5 Kelimpahan Relatif Makrozoobentos

Kelimpahan relatif bertujuan untuk melihat kelimpahan satu spesies pada setiap stasiun. Pada hasil yang diperoleh sebanyak 9 spesies makrozoobentos yang terdapat di seluruh stasiun penelitian. Perhitungan kelimpahan relatif menggunakan rumus persamaan pada (3.8). Hasil kelimpahan relatif di setiap stasiun memiliki nilai yang berbeda.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.8 Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobentos pada Stasiun 1
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

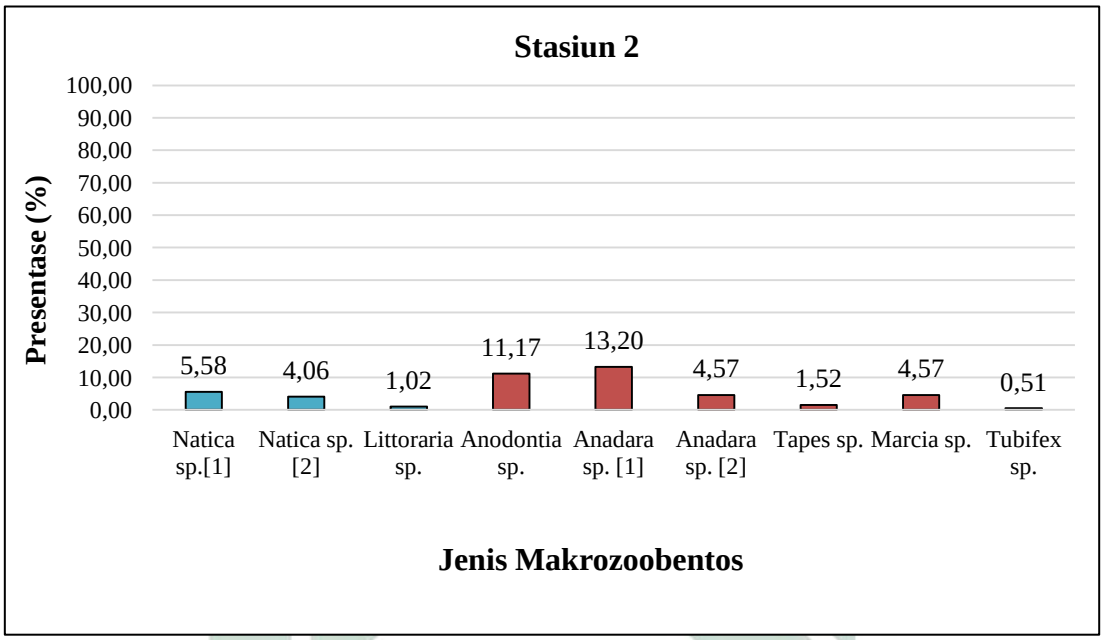
Keterangan :

	Makrozoobentos Kelas Gastropoda
	Makrozoobentos Kelas Bivalvia

Berdasarkan (Gambar 4.8) pada Stasiun 1 ditemukan 8 spesies makrozoobentos yang terbagi menjadi 2 Kelas yaitu Gastropoda dan Bilvavia. Spesies yang memiliki nilai kelimpahan relatif paling dominan yaitu *Anodontia* sp. , dengan persentase 40% dan *Anadara* sp.[1] , dengan persentase 37%. Tingginya persentase kelimpahan relatif pada *Anodontia* sp. , dan *Anadara* sp.[1] , dikarenakan faktor keadaan jenis substrat di lingkungan tersebut. Menurut Sidik (2016), pada Kelas Bivalvia sangat menyukai pada keadaan jenis substrat yang bergolong berpasir. Pernyataan tersebut juga didukung dengan tingginya persentase substrat pada Stasiun 1 yang termasuk dalam kategori dominan pasir, yaitu pasir kasar dan pasir sangat kasar dengan nilai persentase sebesar 52 % dan 18, 60%.

Pada Stasiun 2 ditemukan 9 spesies makrozoobentos yang terbagi menjadi 3 Kelas yaitu Gastropoda, Bilvavia dan Oligochaeta.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.9 Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobentos pada Stasiun 2
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Keterangan :

	Makrozoobentos Kelas Gastropoda
	Makrozoobentos Kelas Bivalvia
	Kelas Oligochaeta

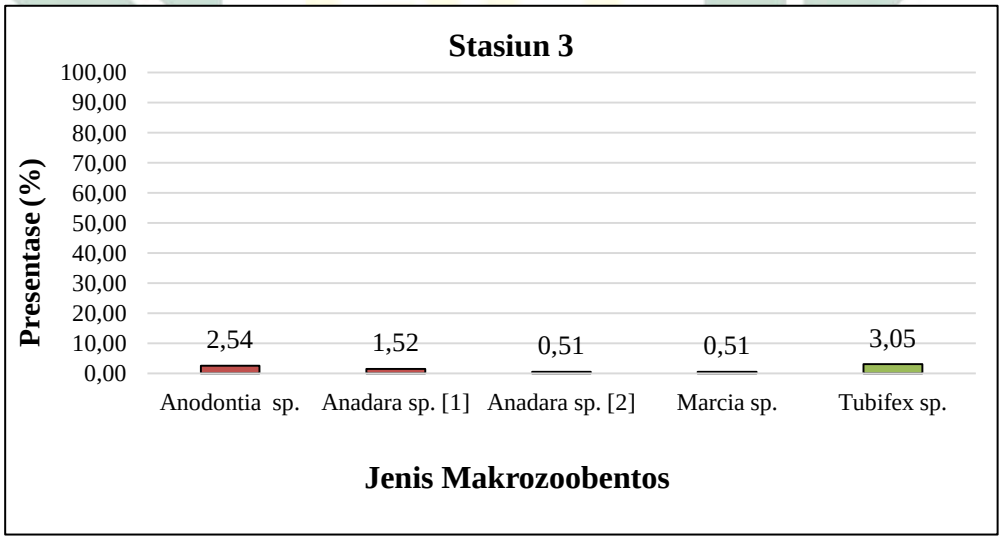
Berdasarkan (Gambar 4.9) yang ditunjukkan pada Stasiun 2 (merupakan stasiun berada di tempat wilayah dari buangan limbah Pabrik Gula Candi), ditemukan kelimpahan relatif sebanyak 9 spesies makrozoobentos yang terbagi menjadi 3 Kelas yaitu Gastropoda, Bilvavia dan Oligochaeta. Spesies yang memiliki nilai kelimpahan relatif paling dominan adalah *Anadara* sp.[1] , dengan persentase 13,20% dan *Anodontia* sp. dengan persentase 11,17%**.** Tingginya persentase kelimpahan relatif pada *Anadara* sp.[1] dan *Anodontia* sp. dikarenakan faktor keadaan substrat di wilayah Stasiun 2. Berdasarkan pendapat Sidik (2016), pada Kelas Bivalvia menyukai keadaan substrat yang tergolong berpasir. Hal tersebut juga sesuai dengan tingginya persentase substrat pada Stasiun 2 yang termasuk dalam kategori dominan pasir, yaitu pasir sedang dan pasir halus dengan nilai persentase 38,60% dan 32, 60%. Substrat dengan kategori pasir yang memiliki kandungan bahan organik total sedikit sehingga berpengaruh pada banyaknya

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

makrozoobentos yang diperoleh pada stasiun ini. Hal ini didukung dengan peneliti Riniatsih dan Edi (2009) yang mengatakan bahwa bahan organik sangat berpengaruh pada jumlah makrozoobentos di wilayah lingkungan tersebut.

Selain itu pada Stasiun 2 jumlah Gastropoda memiliki kelimpahan relatif yang sedikit, dikarenakan cenderung terdapat spesies yang mendominasi pada stasiun tersebut. Hal tersebut ditunjukkan adanya suatu penurunan kualitas perairan. Dukungan lain yang menyebabkan Kelas Gastropoda hanya sedikit ditemukan, karena memiliki jenis substrat yang bergolong pasir halus. Substrat tersebut tidak dapat mendukung keberadaan Kelas Gastropoda untuk menetap, hal tersebut disebabkan tidak adanya tempat untuk melekatnya Kelas Gastropoda.

Pada Stasiun yang ke 3 ditemukan ditemukan 5 spesies makrozoobentos yang terbagi menjadi 2 kelas yaitu Bilvavia dan Oligochaeta.



Gambar 4.10 Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobentos pada Stasiun 3
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Keterangan :

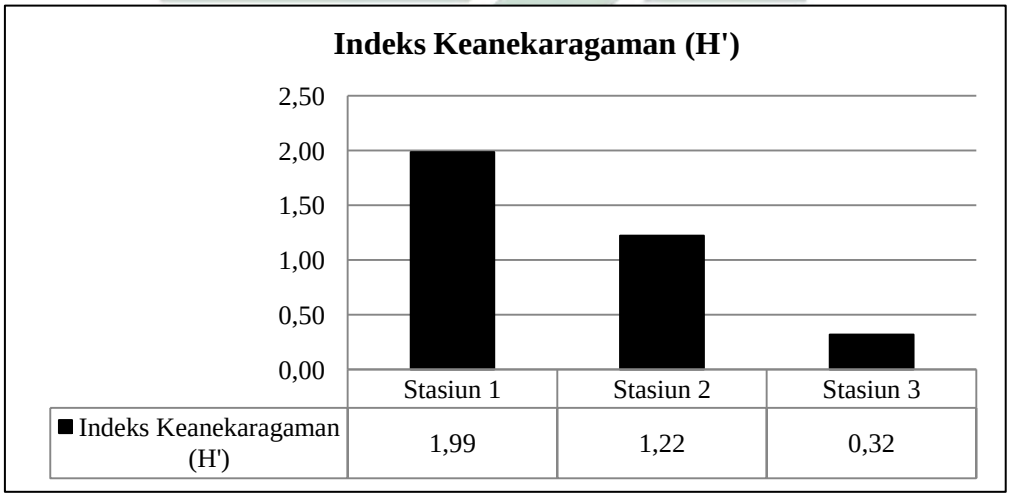
	Makrozoobentos Kelas Bivalvia
	Kelas Oligochaeta

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada (Gambar 4.10) Spesies yang memiliki nilai kelimpahan relatif tertinggi pada Stasiun 3 yaitu *Tubifex* sp. dengan persentase 3,05%. Adanya *Tubifex* sp. pada Stasiun 3, karena merupakan wilayah pemukiman masyarakat, serta merupakan aliran air sungai berasal dari Stasiun 2 (wilayah pabrik Gula). *Tubifex* sp. yaitu hewan yang memiliki kemampuan bertahan yang tinggi serta memiliki toleran pada nilai O_2 yang rendah, oleh karena itu memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi dibandingkan dengan makrozoobentos lainnya. Menurut Simamora (2009), pernyataan bahwa Tubifex *Tubifex* sp. termasuk Kelas dari Oligochaeta memiliki penyebaran yang luas pada kondisi perairan yang memiliki kondisi kadar oksigen yang rendah serta telah mengalami pencemaran dari bahan organik.

4.2.6 Indeks Ekologi (Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi) Makrozoobentos

Indeks keanekaragaman (H') merupakan indeks yang menunjukkan keberagaman spesies makrozoobentos pada suatu wilayah tertentu. Karena stabilitas lingkungan perairan sangat mempengaruhi Keanekaragaman spesies makrozoobentos. Pada (Gambar 4.11) merupakan hasil nilai indeks keanekaragaman pada setiap stasiun penelitian.



Gambar 4.11 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman pada Setiap Stasiun
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

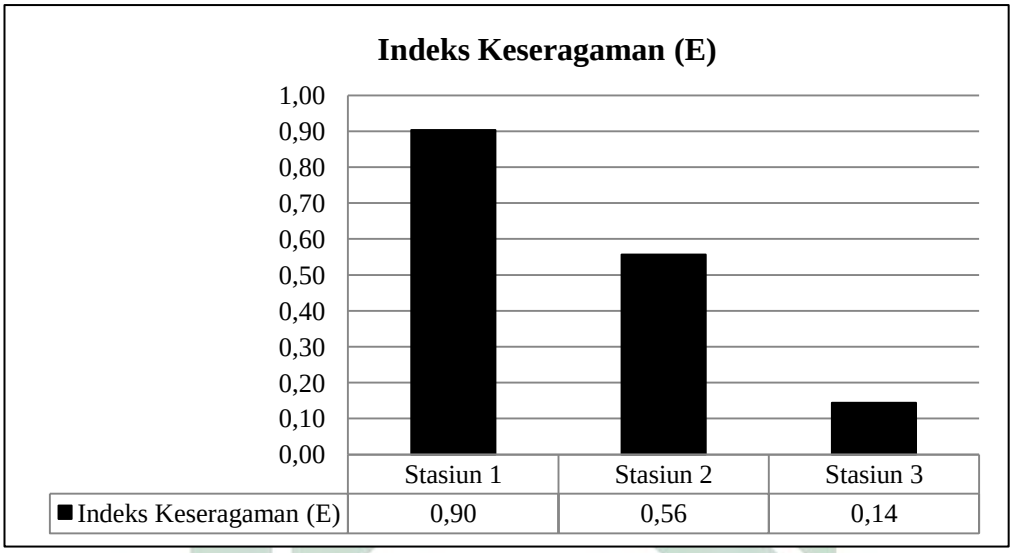
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan (Gambar 4.11) menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman pada lokasi penelitian pada Stasiun 1, 2, dan 3 adalah kisaran 0,32 - 1,99 yang termasuk dalam kategori rendah-sedang. Pada Stasiun 1 dan 2 memiliki nilai indeks keanekaragaman masing-masing 1,99 dan 1,22, hal ini termasuk dalam kategori sedang. Hal tersebut berbanding lurus dengan cukup banyak jumlah individu makrozoobentos yang ditemukan di lokasi tersebut.Berdasarkan indeks keanekaragaman, Stasiun 1 dan 2 masuk kategori nilai keanekaragaman (H') 1-3 yang artinya memiliki Stabilitas komunitas biota sedang (tercemar sedang). Keanekaragaman pada Stasiun 2 (wilayah Pabrik Gula) tersebut kebanyakan didominansi oleh Kelas Bivalvia, hal tersebut dikarenakan adanya beberapa spesies tertentu saja yang bisa bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang tertekan serta yang berubah-ubah.

Sedangkan pada Stasiun 3 memiliki nilai indeks keanekaragaman sebesar 0,32 yang tergolong dalam kategori rendah. Sehingga Stasiun 3 masuk kategori nilai keanekaragaman (H') < 1 yang artinya memiliki kualitas air tercemar berat (tercemar berat). Hal tersebut disebabkan adanya pencemaran pada di sekitar aliran Sungai di Stasiun 3, yaitu limbah permukiman, serta sebagai jalur aliran Stasiun 2 yang berasal dari limbah pabrik. Odum (2005) mengatakan bahwa keanekaragaman spesies yang rendah pada suatu lingkungan disebabkan karena tekanan secara fisik maupun kimia. Stabilitas lingkungan perairan sangat mempengaruhi Keanekaragaman spesies makrozoobentos.

Indeks Keseragaman (E) merupakan sifat suatu organisme dalam menunjukkan suatu keseimbangan pembagian jumlah individu yang berada pada komunitas di suatu wilayah tertentu. Berikut hasil dari nilai indeks keseragaman pada setiap stasiun penelitian yang telah disajikan pada (Gambar 4.12).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.12 Grafik Nilai Indeks Keseragaman pada Setiap Stasiun
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

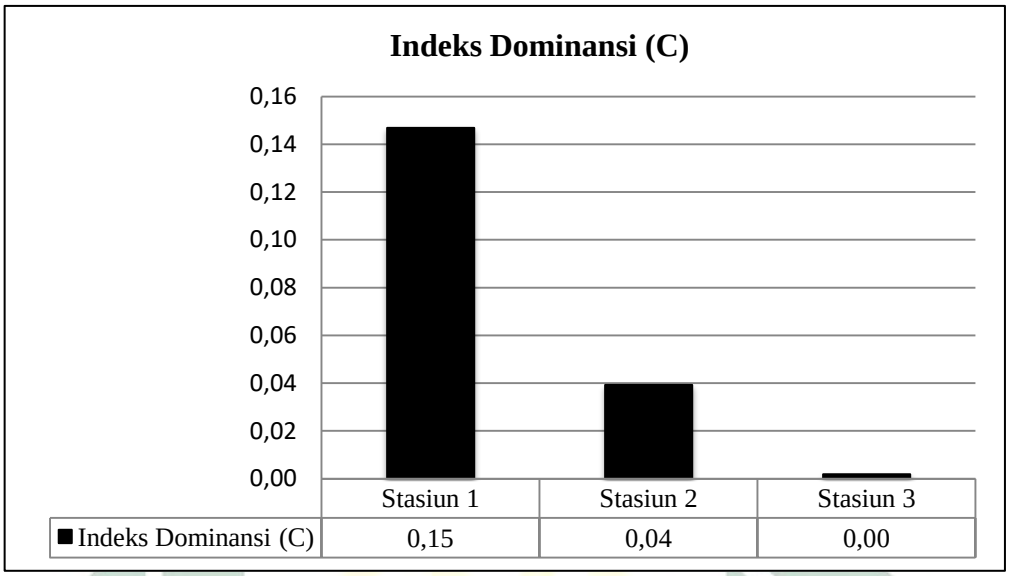
(Gambar 4.12) menunjukkan bahwa nilai indeks keseragaman pada lokasi penelitian Stasiun 1, 2 dan 3 kisaran 0,14 - 0,90 yang termasuk dalam kategori keseragaman rendah – keseragaman tinggi. Pada Stasiun 1 memiliki nilai indeks keseragaman 0,90 yang termasuk dalam kategori nilai antara 0,75< E< 1,00 yang termasuk kategori keseragaman tinggi sehingga dapat dikatakan memiliki komunitas stabil.

Pada Stasiun 2 memiliki nilai indeks keseragaman 0,56 yang termasuk dalam kategori antara 0,50< E< 0,75 yang termasuk kategori keseragaman sedang sehingga dapat dikatakan memiliki komunitas labil. Sedangkan Stasiun 3 memiliki nilai indeks keseragaman 0,14 yang termasuk dalam kategori antara 0,00< E< 0,50 yang termasuk kategori keseragaman rendah dan dapat disimpulkan bahwa komunitas tertekan. Semakin nilai indeks keseragaman mendekati angka 0 maka memperlihatkan bahwa tingkat persebaran jumlah individu pada tiap spesies tidak sama. Faktor tersebut berkaitan dengan masuknya limbah pada suatu perairan sungai atau kondisi lingkungan serta jenis substrat yang tidak mendukung.

Indeks dominansi (C) merupakan indeks yang menunjukkan keadaan dimana terdapat banyak suatu individu yang berasal dari satu spesies yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

sama di suatu wilayah tertentu. Berikut nilai dari Indeks Dominansi pada setiap stasiun penelitian yang telah disajikan pada (Gambar 4.13).



Gambar 4.13 Grafik Nilai Indeks Dominansi pada Setiap Stasiun
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Pada (Gambar 4.13) menunjukkan bahwa nilai indeks dominansi pada lokasi penelitian adalah kisaran 0,00 - 0,15 yang termasuk dalam kategori rendah. Pada stasiun 1, 2 dan 3 memiliki nilai indeks dominansi masing-masing sebesar 0,15; 0,04; 0,00 yang termasuk dalam kategori indeks antara nilai $0,00 < C < 0,50$ sehingga dapat dikatakan dalam kategori rendah. Ketika nilai indeks dominansi mendekati 0 maka, tidak ada yang dominan pada spesies dan begitu pula sebaliknya. Pada setiap Stasiun 1 dan 2 memiliki dominansi namun rendah, adanya dominansi suatu jenis makrozoobentos pada suatu perairan, menunjukkan bahwa tidak semua makrozoobentos dapat beradaptasi pada lingkungan yang berubah serta kemampuan bertahan hidup di tempat yang sama.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.3Hubungan Korelasi antara Struktur Komunitas dan Indeks Ekologi Makrozoobentos dengan Parameter Fisika Kimia pada Sungai Candi Sidoarjo

Untuk mengetahui hubungan korelasi pada setiap masing-masing parameter fisika kimia (seperti suhu, DO, pH, TSS, COD, BOD) dengan parameter biologi (indeks ekologi yang berupa Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominansi dan Indeks Keseragaman makrozoobentos) di perairan Sungai Candi dianalisis menggunakan korelasi *Pearson* atau dengan menggunakan SPSS, dimana parameter fisika dan kimia sebagai variabel bebas (*independent variable*) yang dilambangkan dengan huruf (X) dan indeks ekologi makrozoobentos sebagai variabel tak bebas (*dependent variable*) yang dilambangkan dengan huruf (Y). Berikut data yang akan diolah untuk hubungan korelasi pada parameter fisika kimia (X) dengan indeks keanekaragaman makrozoobentos (Y) telah dipaparkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Parameter Fisika Kimia (X) dan Indeks Keanekaragaman (Y) pada Sungai Candi, Sidoarjo

Stasiun		Parameter Fisika Kimia Sungai Candi Sidoarjo						Indeks Keanekaragaman (Y)
		Suhu (X1)	pH (X2)	TSS (X3)	DO (X4)	BOD (X5)	COD (X6)	
Stasiun 1	P1	28,00	7,28	98	3,15	3,85	4,78	1,99
	P2	28,05	7,22	100	2,35	7,51	8,74	1,99
	P3	28,11	7,28	112	2,40	9,32	10,74	1,99
Stasiun 2	P1	28,32	7,19	134	2,40	13,69	68,83	1,22
	P2	28,34	7,23	148	2,25	13,68	63,69	1,22
	P3	28,40	7,30	160	2,20	13,68	63,90	1,22
Stasiun 3	P1	28,50	7,32	176	2,10	13,69	72,16	0,32
	P2	28,46	7,31	174	2,20	13,68	72,54	0,32
	P3	28,00	7,32	178	2,35	14,39	73,36	0,32

(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Keterangan :

P = Pengulangan parameter

Selanjutnya data yang akan diolah untuk hubungan korelasi pada parameter fisika kimia (X) dengan indeks dominansi makrozoobentos (Y) telah disajikan pada Tabel 4.6.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.6 Data Parameter Fisika Kimia (X) dan Indeks Dominansi (Y) pada Sungai Candi, Sidoarjo

Stasiun		Parameter Fisika Kimia Sungai Candi Sidoarjo						Indeks Dominansi (Y)
		Suhu (X1)	pH (X2)	TSS (X3)	DO (X4)	BOD (X5)	COD (X6)	
Stasiun 1	P1	28,00	7,28	98	3,15	3,85	4,78	0,15
	P2	28,05	7,22	100	2,35	7,51	8,74	0,15
	P3	28,11	7,28	112	2,40	9,32	10,74	0,15
Stasiun 2	P1	28,32	7,19	134	2,40	13,69	68,83	0,04
	P2	28,34	7,23	148	2,25	13,68	63,69	0,04
	P3	28,40	7,30	160	2,20	13,68	63,90	0,04
Stasiun 3	P1	28,50	7,32	176	2,10	13,69	72,16	0,00
	P2	28,46	7,31	174	2,20	13,68	72,54	0,00
	P3	28,00	7,32	178	2,35	14,39	73,36	0,00

(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Keterangan :

P = Pengulangan parameter

Untuk data yang akan diolah untuk hubungan korelasi pada parameter fisika kimia (X) dengan indeks keseragaman makrozoobentos (Y) telah disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Data Parameter Fisika Kimia (X) dan Indeks Keseragaman (Y) pada Sungai Candi, Sidoarjo

Stasiun		Parameter Fisika Kimia Sungai Candi Sidoarjo						Indeks Keseragaman (Y)
		Suhu (X1)	pH (X2)	TSS (X3)	DO (X4)	BOD (X5)	COD (X6)	
Stasiun 1	P1	28,00	7,28	98	3,15	3,85	4,78	0,90
	P2	28,05	7,22	100	2,35	7,51	8,74	0,90
	P3	28,11	7,28	112	2,40	9,32	10,74	0,90
Stasiun 2	P1	28,32	7,19	134	2,40	13,69	68,83	0,56
	P2	28,34	7,23	148	2,25	13,68	63,69	0,56
	P3	28,40	7,30	160	2,20	13,68	63,90	0,56
Stasiun 3	P1	28,50	7,32	176	2,10	13,69	72,16	0,14
	P2	28,46	7,31	174	2,20	13,68	72,54	0,14
	P3	28,00	7,32	178	2,35	14,39	73,36	0,14

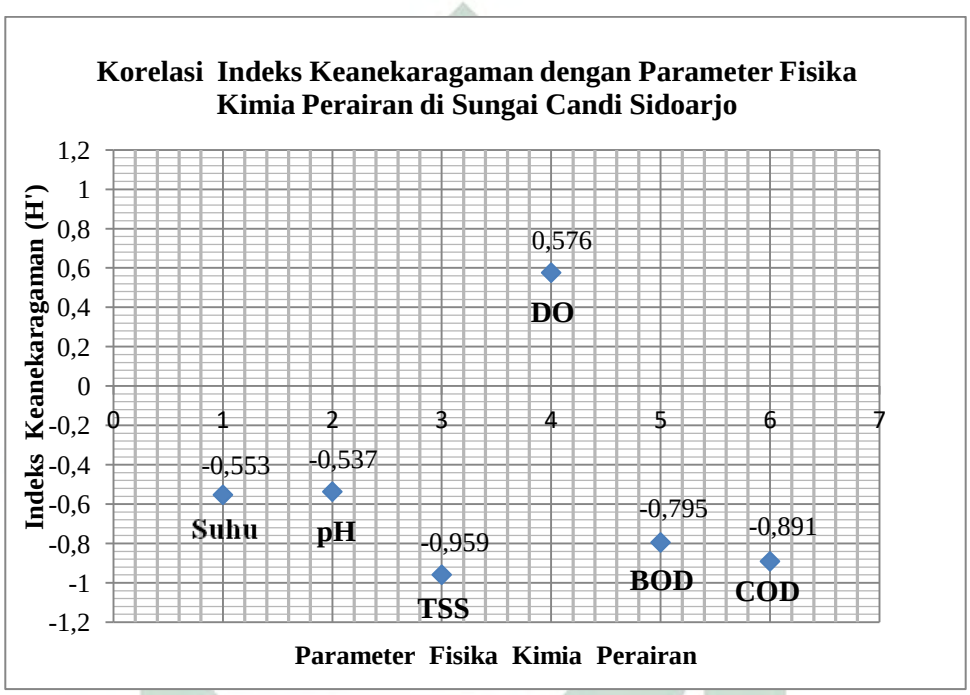
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Keterangan :

P = Pengulangan parameter

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selanjutnya hasil olahan uji korelasi ini adalah berupa report output dalam bentuk tabel yang menunjukkan tingkat keeratan hubungan antar variabel yang dinyatakan dengan koefisien korelasi (r). Jenis hubungan antara variabel X dan Y dapat bersifat positif dan negatif. Hasil perhitungan korelasi antara Parameter fisika kimia dengan Indeks Keanekaragaman dapat dilihat pada (Gambar 4.14).

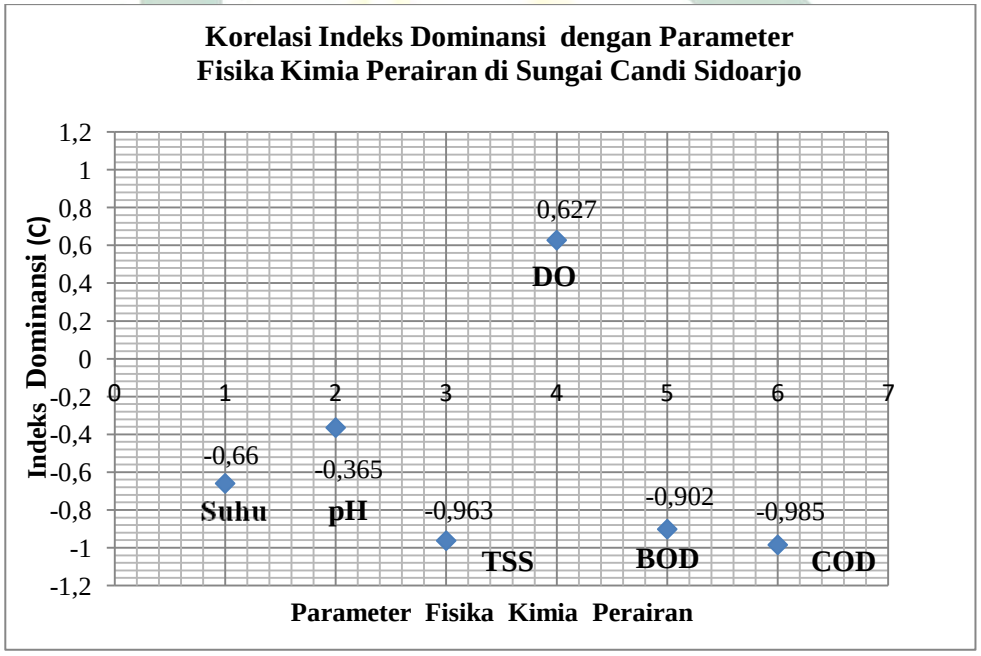


Gambar 4.14 Grafik Korelasi Indeks Keanekaragaman dengan Parameter Fisika Kimia di Sungai Candi Sidoarjo
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Berdasarkan (Gambar 4.14) menunjukkan bahwa tingkat korelasi antara struktur komunitas makrozoobentos (nilai indeks keanekaragaman) yang dikorelasikan dengan parameter fisika kimia pada Sungai Candi, Sidoarjo menunjukkan nilai dan tingkat korelasi yang berbeda-beda. Begitu pula, dengan arah korelasi yang bervariasi. Dimana, ketika nilai korelasi positif (+) maka berarti hubungan yang searah antara struktur komunitas makrozoobentos berupa nilai indeks keanekaragaman, terhadap parameter fisika kimia perairan. Sedangkan nilai korelasi negatif (-) maka berarti hubungan yang berbanding terbalik antara struktur komunitas makrozoobentos (nilai indeks keanekaragaman) terhadap parameter fisika kimia perairan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hasil uji korelasi struktur komunitas makrozoobentos (nilai indeks keanekaragaman) dengan parameter kualitas air berupa suhu memiliki nilai sebesar (-0,553), pH sebesar (-0,537), TSS sebesar (-0,959), BOD sebesar (-0,795) dan COD sebesar (-0,891) yang berupa nilai korelasi negatif (berbanding terbalik). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai parameter tersebut maka akan semakin rendah pula nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos. Berbeda halnya dengan parameter DO yang memiliki nilai (0,576) yang berupa nilai korelasi positif (searah). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai parameter tersebut maka akan semakin tinggi pula nilai indeks keanekaragaman pada makrozoobentos. Sedangkan hasil perhitungan korelasi antara Parameter fisika kimia dengan Indeks Dominansi dapat dilihat pada (Gambar 4.15).



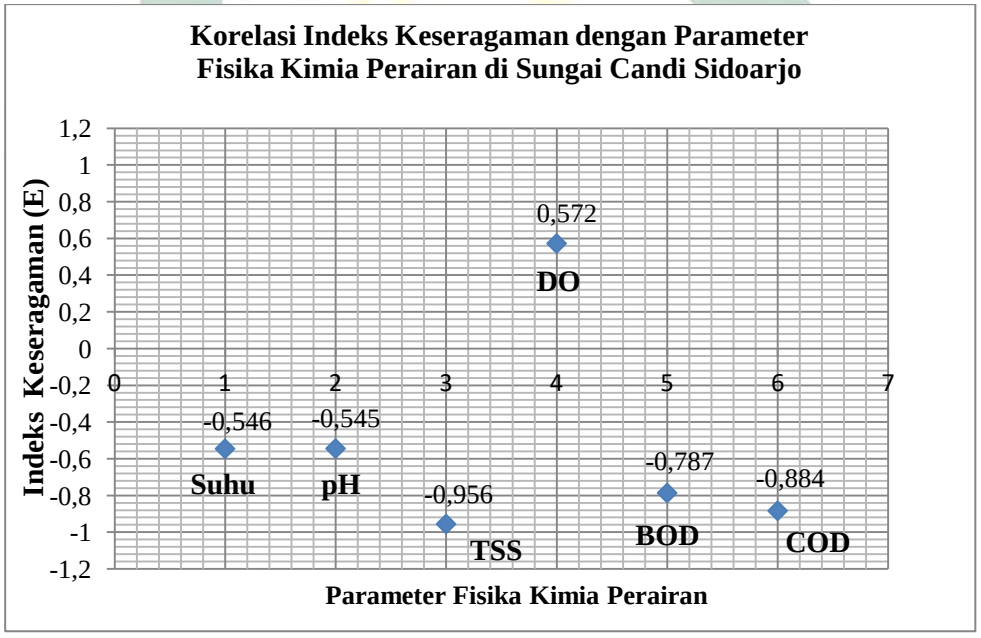
Gambar 4.15 Grafik Korelasi Indeks Dominansi dengan Parameter Fisika Kimia di Sungai Candi Sidoarjo
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Berdasarkan (Gambar 4.15) menunjukkan bahwa tingkat korelasi antara struktur komunitas makrozoobentos (nilai indeks dominansi) yang dikorelasikan dengan parameter fisika kimia pada Sungai Candi, Sidoarjo menunjukkan nilai dan tingkat korelasi yang berbeda-beda. Begitu pula, dengan arah korelasi yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bervariasi. Hasil uji korelasi struktur komunitas makrozoobentos (nilai indeks dominansi) dengan parameter kualitas air berupa suhu memiliki nilai sebesar (-0,660), pH sebesar (-0,365), TSS sebesar (-0,963), BOD sebesar (-0,902) dan COD sebesar (-0,985) yang berupa nilai korelasi negatif (berbanding terbalik). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai parameter tersebut maka akan semakin rendah pula nilai indeks dominansi makrozoobentos. Berbeda halnya dengan parameter DO yang memiliki nilai (0,627) yang berupa nilai korelasi positif (searah). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai parameter tersebut maka akan semakin tinggi pula nilai dominansi makrozoobentos.

Hasil perhitungan korelasi antara Parameter fisika kimia dengan Indeks Keseragaman dapat dilihat pada (Gambar 4.16).



Gambar 4.16 Grafik Korelasi Indeks Keseragaman dengan Parameter Fisika Kimia di Sungai Candi Sidoarjo
(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Pada (Gambar 4.16) menunjukkan bahwa tingkat korelasi antara struktur komunitas makrozoobentos (nilai indeks keseragaman) yang dikorelasikan dengan parameter fisika kimia pada Sungai Candi, Sidoarjo menunjukkan nilai dan tingkat korelasi yang berbeda-beda. Begitu pula, dengan arah korelasi yang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bervariasi. Hasil uji korelasi struktur komunitas makrozoobentos (nilai indeks dominansi) dengan parameter kualitas air berupa suhu memiliki nilai sebesar (-0,546), pH sebesar (-0,545), TSS sebesar (-0,956), BOD sebesar (-0,787) dan COD sebesar (-0,884) yang berupa nilai korelasi negatif (berbanding terbalik). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai parameter tersebut maka akan semakin rendah pula nilai indeks keseragaman makrozoobentos. Berbeda halnya dengan parameter DO yang memiliki nilai (0,572) yang berupa nilai korelasi positif (searah). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai parameter tersebut maka akan semakin tinggi pula nilai keseragaman makrozoobentos.

Hasil perhitungan korelasi dan tingkat korelasi dapat dilihat pada (Tabel 4.8), sedangkan tingkat kekuatan hubungan dalam korelasi diketahui berdasarkan interval koefesien korelasi pada Tabel 3.10

Tabel 4.8 Hasil Korelasi antara Struktur Komunitas Makrozoobentos dengan Parameter Fisika Kimia pada Sungai Candi, Sidoarjo.

Korelasi Pearson	**Parameter Fisika Kimia Perairan**					
	Suhu	**pH**	**TSS**	**DO**	**BOD**	**COD**
Indeks Keanekaragaman (H')	-0,553	-0,537	-0,959	0,576	-0,795	-0,891
Tingkat Korelasi	Sedang	Sedang	Sangat Kuat	Sedang	Kuat	Sangat Kuat
Indeks Dominansi (C)	-0,660	-0,365	-0,963	0,627	-0,902	-0,985
Tingkat Korelasi	Kuat	Rendah	Sangat Kuat	Kuat	Sangat Kuat	Sangat Kuat
Indeks Keseragaman (E)	-0,546	-0,545	-0,956	0,572	-0,787	-0,884
Tingkat Korelasi	Sedang	Sedang	Sangat Kuat	Sedang	Kuat	Sangat Kuat

(Sumber : Olah Data Primer, 2020)

Keterangan : Nilai (+) = Arah korelasi searah
Nilai (-) = Arah korelasi berbanding arah (berlawanan)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Korelasi antara suhu dengan indeks keanekaragaman (H') dan indeks keseragaman (E), masing-masing sebesar -0,553 dan -0,546 yang termasuk dalam klasifikasi tingkat korelasi sedang (0,40 – 0,599). Sedangkan korelasi antara suhu dengan indeks dominansi (C) sebesar -0,660 yang termasuk dalam tingkat korelasi kuat (0,60 - 0,799). Serta memiliki arah korelasi negatif (-), yang memiliki arti bahwa semakin tinggi nilai suhu maka akan semakin rendah nilai indeks keanekaragaman, indeks dominansi dan indeks keseragaman, begitu pula sebaliknya. Menurut Whardhana (2004) dalam Maula (2018), ketika suhu air sungai naik maka akan dapat mengganggu kehidupan hewan dan organisme lainnya dalam air tersebut. Sehingga dalam hal ini menyebabkan kadar oksigen terlarut dalam air yang berasal dari udara akan secara lambat terdifusi ke dalam air dan akan semakin menurun bersamaan dengan kenaikan suhu pada suatu perairan.

Korelasi antara pH dengan indeks keanekaragaman (H') dan indeks keseragaman (E) masing-masing sebesar -0,537; -0,545 yang termasuk dalam tingkat klasifikasi korelasi sedang (0,40 - 0,599). Sedangkan korelasi antara pH dengan indeks dominansi (C) sebesar -0,365 yang termasuk dalam tingkat korelasi rendah (0,20 - 0,399). Serta memiliki arah korelasi negatif (-), yang memiliki arti bahwa semakin tinggi nilai pH maka akan semakin rendah nilai indeks keanekaragaman, indeks dominansi dan indeks keseragaman, begitu pula sebaliknya. Nilai pH yang sangat rendah dapat menyebabkan mobilitas senyawa logam berat yang bersifat berbahaya bagi organisme salah satunya alumunium sedangkan nilai pH yang sangat tinggi mampu menyebabkan ketidakseimbangan amonium dan amoniak pada perairan menjadi terganggu, dimana mampu meningkatkan amonia dan menjadi senyawa toksik bagi organisme perairan (Maula, 2018). Hal ini pun dapat menyebabkan stress sehingga dapat mengancam kelangsungan hidup organisme pada suatu perairan.

Korelasi antara TSS dengan indeks keanekaragaman (H'), indeks dominansi (C) dan indeks keseragaman (E) masing-masing sebesar -0,959; -0,963 dan -0,956 yang termasuk dalam klasifikasi tingkat korelasi sangat kuat (0,80 – 1.000). Serta memiliki arah korelasi negatif (-), yang memiliki arti bahwa semakin tinggi nilai TSS maka akan semakin rendah nilai indeks keanekaragaman, indeks dominansi

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dan indeks keseragaman, begitu pula sebaliknya. Pada dasarnya TSS merupakan total dari padatan yang tidak dapat larut didalam air, sehingga hasil padatan dapat mengendap pada dasar perairan. Endapan yang terdapat di dasar perairan akan mengganggu proses laju fotosintesis pada organisme dalam air karena kurangnya sinar matahari yang masuk sehingga kadar oksigen dapat menurun. Hal ini mengakibatkan proses respirasi makrozoobentos akan terganggu dan akan menimbulkan kematian.

Korelasi antara DO (*Dissolved Oxygen*) dengan indeks keanekaragaman (H') dan indeks keseragaman (E) masing-masing sebesar 0,576 dan 0,572 yang termasuk dalam tingkat korelasi sedang (0,40 - 0,599). Sedangkan korelasi antara DO dengan indeks dominansi (C) sebesar 0,627 yang termasuk dalam tingkat korelasi Kuat (0,60 - 0,799). Serta memiliki arah korelasi positif (+), yang memiliki arti bahwa semakin tinggi nilai DO maka akan semakin tinggi nilai indeks keanekaragaman, indeks dominansi dan indeks keseragaman, begitu pula sebaliknya. Oksigen terlarut merupakan salah satu indikator kualitas perairan. Hal ini dikarenakan, oksigen sangat diperlukan suatu organisme untuk bertahan hidup. Ketika kebutuhan oksigen memenuhi kelangsungan hidup suatu makrozoobentos untuk berkembang biak akan baik sedangkan ketika kebutuhan oksigen tidak memenuhi maka kehidupan makrozoobentos pun akan dapat terganggu.

Korelasi antara BOD (*Biology Oxygen Demand*) dengan indeks keanekaragaman (H'), dan indeks keseragaman (E) masing-masing sebesar -0,795 dan -0,787 yang termasuk dalam klasifikasi tingkat korelasi Kuat (0,60 - 0,799). Sedangkan korelasi antara BOD dengan indeks dominansi (C) sebesar 0,902 yang termasuk dalam tingkat korelasi Sangat Kuat (0,80 – 1.000). Serta memiliki arah korelasi negatif (-), yang memiliki arti bahwa semakin tinggi nilai BOD maka akan semakin rendah nilai indeks keanekaragaman, indeks dominansi dan indeks keseragaman, begitu pula sebaliknya. Organisme dalam air mampu mengurai buangan bahan organik yang berada di dalam perairan. Proses penguraian bahan organik buangan tersebut melalui proses oksidasi oleh organisme pada diperairan, dimana proses ini merupakan proses alamiah yang terjadi bila air mengandung kebutuhan oksigen yang cukup (Maula, 2018). Ketika nilai BOD tinggi maka

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

oksigen yang diperlukan organisme pun besar pula, hal tersebut menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air akan berkurang sehingga dapat mempengaruhi jumlah, serta jenis makrozoobentos.

Korelasi antara COD (*Chemial Oxygen Demand*) dengan indeks keanekaragaman (H'), indeks dominansi (C) dan indeks keseragaman (E) masing-masing sebesar -0891; -0,985 dan -0,884 termasuk dalam tingkat klasifikasi korelasi sangat kuat (0,80 – 1.000). Serta memiliki arah korelasi negatif (-), yang memiliki arti bahwa semakin tinggi nilai COD maka akan semakin rendah nilai indeks keanekaragaman, indeks dominansi dan indeks keseragaman, begitu pula sebaliknya. Pada dasarnya COD adalah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis maupun yang sulit didegradasi secara biologis. Kalium bichromat mengoksidasi bahan organik dalam air. Semakin banyak Kalium bichromat yang dipakai dalam proses oksidasi maka akan semakin besar pula jumlah oksigen yang dibutuhkan, sehingga oksigen terlarut akan semakin berkurang (Maula, 2018). Hal ini akan menyebabkan keberadaan organisme di dalam suatu perairan akan berkompetisi dalam memenuhi kebutuhan oksigen.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Struktur komunitas yang mendominansi adalah pada Stasiun 1, 2 dan 3 adalah Bivalvia dengan nilai persentase masing-masing 69,54%, 75,82% dan 62,50%. Sedangkan pada nilai indeks keanekaragaman di ketiga stasiun memiliki nilai berkisar 0,32 -1,99 yang masuk dalam kategori keanekaragaman rendah-sedang. Nilai indeks keseragaman pada ketiga stasiun memiliki nilai berkisar 0,14 - 0,90 yang memiliki kategori keseragaman rendah- tinggi. Nilai indeks dominansi dari ketiga stasiun adalah rendah yaitu dengan kisaran 0,00 - 0,15. Hal ini juga menunjukkan bahwa kualitas perairan pada Sungai Candi Sidoarjo pada Stasiun 1 dengan memiliki nilai keanekeragaman makrozoobentos sebesar 1,99 termasuk dalam kategori kualitas air tercemar sedang, pada Stasiun 2 memiliki nilai keanekeragaman makrozoobentos sebesar 1,22 masuk dalam kualitas air tercemar sedang, sedangkan pada Stasiun 3 memiliki nilai keanekeragaman makrozoobentos sebesar 0,32 yang artinya memiliki kualitas air tercemar berat.

2. Hasil uji korelasi pada parameter kualitas air berupa suhu, pH, TSS, BOD dan COD memiliki nilai korelasi negatif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai parameter tersebut maka akan semakin rendah pula nilai indeks keanekaragaman makrozoobentos, indeks dominansi makrozoobentos dan indeks keseragaman makrozoobentos. Berbeda halnya dengan parameter DO yang memiliki nilai korelasi positif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai parameter tersebut maka akan semakin tinggi pula nilai keanekaragaman makrozoobentos, indeks dominansi makrozoobentos dan indeks keseragaman makrozoobentos.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

5.2 Saran

Diharapkan para peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian dengan menggunakan bioindikator lain serta dilakukan penelitian secara kontinu dan dalam jangka waktu yang lebih lama untuk mengetahui seberapa jauh tingkat toleransi makrozoobentos terhadap pencemaran.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

American Public Health Association. 1989. *Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water.* Ed ke-17. Washington D.C: APHA.

American Public Health Association. 1992. *Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 18th edition. Woshington.

Ardi. 2002. *Pemanfaatan Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Pesisir*. [Falsafah Sains]. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Asdak C. 2002. *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*. Cetakan ke 2. Hal : 11. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.

Ayu, Windha Fuji. 2009. *Keterkaitan Makrozoobentos dengan Kualitas Air dan Substrat di Situ Rawa Besar, Depok*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Barus. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau*. Hal : 33-35 dan 85. Program Studi Biologi. Fakultas MIPA USU. Medan.

Carpenter, Kent E., and Volker H. Niem. 1998. *FAO Species Identification Guide For Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. Volume 1. Seaweeds, Corals, Bivalve, and Gastropods*. Rome.

Connel dan Miller. 1995. *Kimia dan Etoksikologi Pencemaran*, diterjemahkan oleh Koestoer, S., Hal. 419. Indonesia University Press. Jakarta.

Cummins K. 1975. *Macroinvertebrates*. Di dalam : B.A. Whitton, editor. River Ecology. Merlbourne: Blackwell Scientific Publications. Oxford. Edinburg. Hlm 170-189.

Desinawati, Wahyu Adi, Eva Utami. 2018. *Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sungai Pakil Kabupaten Bangka*. Akuatik Jurnal Sumberdaya Perairan. ISSN 1978-1652. FPPB-UBB, Balunijuk.

Effendi H. 2000. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber daya dan Lingkungan Perairan*. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Kanisius.

Fardiaz S. 1992. *Polusi Air dan Udara.* Yogyakarta : Kanasius.

Hakiki, Taufik Fakih, Isdradjad Setyobudiandi and Sulistiono. 2017. *Macrozoobentos Community Structure in The Estuary of Donan River, Cilacap, Central Java Provience, Indonesia. Omni-Akuatika* .Volume 13. No. 2. Hal 163-179. ISSN : 1858-3873. Bogor Agricultural University, Indonesia.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Harahap, Arman, Ternala Alexander Barus, Miswar Budi Mulya, and Syafruddin Ilyas. 2018. *Macrozoobentos Diversity as Bioindicator of Water Quality in the Bilah River, Rantauprapat.* SEMIRATA- International Conference on Science and Technology. Series 1116. University of Sumatera Utara.

Hawkes HA. 1979. *Invertebrates as Indicator of River Water Quality*. In : Jamers A. and Evision L, editor. Biological Indicator of Water Quality. Toronto Canada: John Willey and Sons.

Husnah. 2006. *Inventarisasi Jenis dan Sumber Bahan Polutan serta Parameter Biologi untuk Metode Penentuan Tingkat Degradasi Lingkungan Sungai Musi*. Mariana MUBA : Laporan Tahunan Pusat Riset Perikanan Tangkap. Badan Riset Kelautan Perikanan dan Perairan. Departemen Kelautan dan Perikanan.

Hutabarat dan Evans., 1984. *Pengantar oseanografi*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Hynes. H. B. N. 1976. *The Ecology With Of Running Water*. Lipverpool University Press. England.

Irina, Keni. 2006. *Struktur Komunitas Makrozoobentos dan Kaitannya dengan Kualitas Lingkungan di Perairan Teluk Lampung*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

James. A and Evison . 1979. *Biological Indication Of Water Quality*. John. Wiley & Sons. Chichester. United Kingdom.

Jeffries. M and Mills. D. 1996. *Freshwater Ecology*. Principles and Applications. John Wiley and Sons. Chichester. United Kingdom.

Kinasih, Aulia. 2018. *Studi Hubungan Struktur Komunitas dan Indeks Ekologi Makrozoobentos dengan Kualitas Perairan di Rumah Mangrove Wonorejo Surabaya.* Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. Surabaya

Krebs CJ. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins. Publisher, New York.

Kristanto, I.P.2004.Ekologi Industri. Yogyakarta.

Lelawaty, Rotua, et.al. 2009. *Kualitas Air Sungai Bone (Gorontalo) Berdasarkan Bioindikator Makroinvertebrata*. Universitas Makassar. Makassar.

Lind. O. T. 1979. *Handbook of Common Methods in Limnology*. Mosby company. St. Louis. Toronto – London.

Marpaung, Anggi Azmita Fiqriyah. 2013. *Keanekaragaman Makrozoobentos Di Ekosistem Mangrove Silvofishery Dan Mangrove Alami Kawasan Ekowisata Pantai Boe Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar*.

Maula. Lia Hikmatul. 2018. *Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Cokro Malang.* Skripsi. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Malang.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Merliyana. 2017. *Analisis Status Pencemaran Air Sungai dengan Makrobentos Sebagai Biondikator di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Betung*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Lampung.

Michael P. 1984. *Metode Ekologi untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Mudarisin. 2004. *Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai (Studi Kasus Sungai Cipinang Jakarta Timur).* Universitas Indonesia. Jakarta.

Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia. Jakarta.

Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. Penerjemah: H.Muhammad Eidman. PT Gramedia Pustaka, Jakarta.

Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology*. Ed ke-3 . Philadeiphia : W. B Saunders Co.

Odum, E.P. 1993. *Dasar –Dasar Ekologi*. Tjahjono Samingan, Penerjamah; Yogyakarta : Ed ke -3. Universitas Gadjah Mada. Terjemahan dari : Fundamental of Ecology.

Odum, E.P. 1994. *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi Ketiga. Hal : 373. Tjahjono Samingan, Penerjamah; Yogyakarta : Ed ke -3. Universitas Gadjah Mada. Terjemahan dari : Fundamental of Ecology.

Odum E.P & G.W. 2005. *Fundamentals of Ecology*. Brooks Cole. 5 Edition. Sounders Company, Toronto.

Patang, Fatmawati, Agoes Soegianto, and Sucipto Hariyanto. 2018. *Benthic Macroinvertebrates Diversity as Bioindicator of Water Quality of Some Rivers in East Kalimantan, Indonesia.* International Journal of Ecology. University Airlangga.

Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001. *Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.

Pescod NB. 1973. *Investigation of Inland Water and Estuaries*. New York: Reinhold Pubilshing Corporation.

Petrus, Simon Oktovianus Leatemia, Emmanuel Managkalangi, Paskalina Theresia Lefaan, Hans Fence Zakeus Peday, Luky Sembel. 2017. *Makroavertebrata Bentos sebagai Biondikator Kualitas Air Sungai Nimbai Manokwari, Papua Barat*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. ISSN 0853-4217.

Reynold, S. C. 1971. A *Manual Introductory Soil Science And Sample Soil Analysis Metods.* North Pacific Commision. 147 hal.

Riniatsih, Ita. Edi, Wibowo, Kushartono. 2009. *Substrat Dasar dan Parameter Oseanografi Sebagai Substrat Dasar dan Parameter Oseanografi sebagai Penentu*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Keberadaan Gastropoda dan Bivalviadi Pantai Sluke Kabupaten Rembang. Universitas Diponegoro. Semarang.

Ruppert, E.E, R.D. Barnes. 1994. *Invertebrate Zoology*. Saunders College Publishing.

Sari, Novi Devita. 2017. *Analisis Status Pencemaran Air dengan Gastropoda sebagai Bioindikator di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Betung Bandar Lampung.* Skripsi. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Lampung.

Setiawan, Doni. 2008. *Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Lingkungan Perairan Hilir Sungai Musi*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Simamora, Dahlia Rosmelina. 2009. *Studi Keanekaragaman Makrozoobentos di Aliran Sungai Padang, Kota Tebing Tinggi.* Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Soegianto. A. 2010. *Ekologi Perairan Tawar*. Airlangga University Press. Surabaya.

Standar Nasional Indonesia [SNI]. 06-6989.3-2004. *Air dan Air Limbah –Bagian 3 : Cara Uji Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri*.

Standar Nasional Indonesia [SNI].6989.59 : 2008. *Air dan air Limbah – Bagian 59 : Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah.*

Standar Nasional Indonesia [SNI].6989.72 : 2009. *Air dan air Limbah –Bagian 72 : Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand / BOD).*

Sudarso Y. 2003. *Pendugaan Status Kesehatan Sungai dengan Menggunakan Indikator Makrozoobentos*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Sugiyono. Eri. W. 2004. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta.

Suin. N.M. 2012. Ekologi Hewan Tanah. Jakarta : Bumi Aksara.

Tarwotjo, Udi, Rully Rahadian, and Mochammad Hadi. 2018. *Community Structure of Macrozoobentos as bioindicator of Pepe River Quality, Mojosongo Boyolali.* ISNPINSA-7.IOP . Journal of Physics : Conf. Series 1025. Diponegoro University. Semarang.

Wardhana. W. 2006. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Jakarta : PPSML Universitas Indonesia.

Welch, E. B. 1980. *Ecological Effect of Waste Water*. Cambridge University Press. New York. 337 Page.

Whitten, A. J. N. Hisyam, J. Anwar & S.J. Damanik. 1987. *The Ecology of Sumatera*. Hal : 192. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Wilhm JF. 1975. Biological *Indicator of Pollutio*n. in : Whitton BA, editor. River Ecology. London: Blackwell Scientific Publications. Oxford. 370-402.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Yasir, Abdul Asan. 2017. *Struktur Komunitas Makrozoobentos pada Lokasi dengan Aktivitas Berbeda di Perairan Sungai Tallo Kota Makassar*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Yaqin ,K. 2004. *Lamun Buatan dan Rehabilitasi Pantai*. Mina Bahari, 2 (2): 25-27.

Yunita, Fitry, Fredy Leiwakabessy, Dominggus Rumahlatu. 2018. *Macrozoobentos Community Structure in the Coastal Waters of Marsegu Island, Maluku, Indonesia*. International Journal of Applied Biology. ISSN : 2580 – 2410.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id