

**KERAGAAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR  
KUALITAS AIR DI BAGIAN HILIR SUNGAI HURUN LAMPUNG**

**Skripsi**

**Oleh**

**VINA TRIESA PUTRI  
NPM 1714201008**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

## **ABSTRAK**

### **KERAGAAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI BAGIAN HILIR SUNGAI HURUN LAMPUNG**

**Oleh**

**VINA TRIESA PUTRI**

Makrozoobentos adalah salah satu organisme yang dapat dijadikan indikator biologi karena cenderung hidup menetap disuatu wilayah dan memiliki kesensitifan terhadap perubahan lingkungan. Sungai Hurun memiliki banyak aktivitas masyarakat. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu adanya analisis keanekaragaman makrozoobentos yang akan dibandingkan dengan parameter fisika kimia air guna mengetahui indikator yang mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos di sungai tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan struktur komunitas makrozoobentos yang terdapat di Sungai Hurun berdasarkan indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi, membangun model regresi linier berganda, dan menentukan bioindikator pencemaran di Sungai Hurun. Faktor-faktor yang mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos adalah suhu, kedalaman, kecerahan, DO, TOM, dan salinitas. Jenis makrozoobentos yang diperoleh sebanyak 87 spesies dengan hasil kelimpahan hewan makrozoobentos tertinggi sebesar 70,666.56 ind/m<sup>3</sup> sedangkan kelimpahan hewan makrozoobentos terendah sebesar 13,000.96 ind/m<sup>3</sup>. Berdasarkan analisis data indeks keanekaragaman makrozoobentos termasuk dalam kategori sedang, tingkat keseragaman makrozoobentos termasuk dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah, serta tingkat dominansi yang termasuk dalam kategori sedang, dan rendah. Model regresi berganda dengan tingkat kepercayaan 5% mendapatkan hasil R<sup>2</sup> sebesar 0,86. Tingkat pencemaran yang terjadi di Sungai Hurun berdasarkan bioindikator dengan kurva ABC menunjukkan tercemar sedang.

Kata kunci : Makrozoobentos, bioindikator air, regresi linier berganda, Sungai Hurun

## **ABSTRACT**

### **THE PERFORMANCE OF MACROZOOBENTOS AS A BIOINDICATOR OF WATER QUALITY IN THE LOWER PARTS OF THE HURUN LAMPUNG RIVER**

**By**

**VINA TRIESA PUTRI**

Macrozoobenthos is one of the organisms that can be used as biological indicators because it tends to live in an area and has sensitivity to environmental changes. The Hurun River had many community activities. Based on this, it was necessary to analyze the diversity of macrozoobenthos which will be compared with the physical and chemical parameters of water in order to find out the indicators that affect the abundance of macrozoobenthos in the river. The aims of this research was to determine the macrozoobenthic community structure which found in the Hurun River based on diversity, uniformity and dominance indices, to build multiple linear regression models, and to determine the bioindicators of pollution in the Hurun River. The factors that influence the abundance of macrozoobenthos are temperature, depth, brightness, DO, TOM, and salinity. The types of macrozoobenthos obtained were 87 species with the highest abundance of macrozoobenthic animals of 70,666.56 ind/m<sup>3</sup> while the lowest abundance of macrozoobenthic animals was 13,000.96 ind/m<sup>3</sup>. Based on data analysis, the macrozoobenthic diversity index was included in the medium category, the level of macrozoobenthic uniformity was included in the high, medium, and low categories, and the dominance level which was included in the medium and low categories. Multiple regression models with a confidence level of 5% get R<sup>2</sup> results of 0,86. The level of pollution that occurred in the Hurun River based on bioindicators with the ABC curve shows moderately polluted.

**Keywords:** Macrozoobenthos, water bioindicator, multiple linear regression, Hurun River

**KERAGAAN MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR  
KUALITAS AIR DI BAGIAN HILIR SUNGAI HURUN LAMPUNG**

**Oleh**

**VINA TRIESA PUTRI**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PERIKANAN**

**Pada**

**Jurusan Perikanan dan Kelautan  
Fakultas Pertanian**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

**Judul Skripsi** : **KERAGAAN MAKROZOOBENTOS  
SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS  
AIR DI BAGIAN HILIR SUNGAI HURUN  
LAMPUNG**

**Nama Mahasiswa** : **Vina Triesa Putri**

**Nomor Pokok Mahasiswa** : **1714201008**

**Program Studi** : **Sumberdaya Akuatik**

**Fakultas** : **Pertanian**



**MENYETUJUI,**

**1. Komisi Pembimbing**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si**  
**NIP. 197008151999031001**

**Nidya Kartini, S.Pi., M.Si**  
**NIP. 199004212019032021**

**2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan**

**Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si**  
**NIP. 197008151999031001**

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

**: Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.**

**Sekretaris**

**: Nidya Kartini, S.Pi., M.Si.**

**Anggota**

**: Dr. Ir. Abdullah Aman Damai, M.Si.**

**Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

**NIP. 196110201986031002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 20 Agustus 2021**

### PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vina Triesa Putri

NPM : 1714201008

Judul Skripsi : Keragaan Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas  
Air di Bagian Hilir Sungai Hurun Lampung

Menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah murni hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan dan data yang saya dapatkan. Karya ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Demikian Pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Oktober 2021



Vina Triesa Putri

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Tanjung Karang, Bandar Lampung pada tanggal 28 Juni 1999. Anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan Bapak Drs. Erwan Tavip dan Ibu Ana Rahmi, S.Sos. Penulis memulai pendidikan formal diselesaikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Al- Hairiah diselesaikan tahun 2005. Pendidikan sekolah dasar (SD) diselesaikan di SD Al-Kautsar pada

tahun 2011. Pendidikan sekolah menengah pertama (SMP) diselesaikan di SMP Negeri 22 Bandar Lampung pada tahun 2014. Pendidikan sekolah menengah atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 7 Bandar Lampung pada tahun 2017. Pada tahun 2017, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Sarjana (S1), tepatnya di Universitas Lampung Fakultas Pertanian pada Program Studi Sumberdaya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan menyelesaikan masa studinya pada tahun 2021.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi asisten dosen praktikum Avertebrata Akuatik (2019/2020) dan penulis pernah aktif di organisasi tingkat jurusan, yaitu Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) FP Unila sebagai anggota pada Bidang Pengembangan Minat dan Bakat periode 2018/2019. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Mekarsari, Kecamatan Tanjung Raya, Kabupaten Mesuji pada tahun 2020 dan Praktik Umum (PU) di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung dengan judul “Analisis Kadar Nitrat dan Nitrit Sungai Way Sekampung Batu Tegi Tanggamus di UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Lampung” pada bulan Juli-Agustus 2020. Penulis menyelesaikan tugas akhir (skripsi) pada tahun 2021 dengan judul “Keragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Bagian Hilir Sungai Hurun Lampung”.

## **PERSEMBAHAN**

### **Bismillahirrahmanirrahim**

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikan kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada Papa dan Mama tercinta.

### **Papa dan Mama Tercinta**

Sebagai bukti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Mama (Ana Rahmi, S.Sos) dan Papa (Drs. Erwan Tavip). Kuucapkan terima kasih yang tiada henti atas segala motivasi, perhatian, kasih sayang, ridho dan doa yang tak pernah henti kalian berikan yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Mama dan Papa bahagia.

### **Kakak, Abang, Oma, dan orang terdekatku**

Sebagai tanda terima kasih, aku persembahkan karya kecil ini untuk kakak (Rachmat Kurniawan Pratama) serta abang (Ahmad Fausan Ronaldo, S.H.). Terima kasih telah memberikan semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Serta sahabat dan teman-teman yang telah memberikan banyak hal yang tak terlupakan kepadaku.

Serta

Almamater kebanggaan, “Universitas Lampung”

## **MOTTO**

**“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”**

(QS. Al-Baqarah: 286)

**“Karena setiap kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya dalam setiap kesulitan itu ada kemudahan”**

(QS. Al-Insyirah: 5-6)

**“Waktu bagaikan pedang. Jika engkau tidak memanfaatkannya dengan baik, maka ia akan memanfaatkanmu”**

(HR. Muslim)

**“Tiada kekayaan yang lebih utama daripada akal, tiada kepapaan lebih menyedihkan daripada kebodohan. Tiada warisan lebih baik daripada pendidikan”**

(Ali bin Abi Thalib)

**“Done is better than perfect”**

(Sherly Sandberg)

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Tabikpun.

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Kuasa atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Skripsi dengan judul “Keragaan Makrozoobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air di Bagian Hilir Sungai Hurun Lampung” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan (S.Pi) pada program Studi Sumberdaya Akuatik di Universitas Lampung.

Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan segala kerendahan hati mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., sebagai Dekan Fakultas Pertanian Unila;
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan sekaligus pembimbing utama atas bimbingan, arahan, dan saran serta nasihat-nasihat bermanfaat yang telah diberikan selama ini hingga skripsi ini tersusun dengan baik;
3. Nidya Kartini, S.Pi., M.Si., selaku pembimbing kedua atas bimbingan, arahan, dan saran serta nasihat-nasihat bermanfaat yang telah diberikan selama ini hingga skripsi ini tersusun dengan baik;
4. Dr. Ir. Abdullah Aman Damai, M.Si., selaku penguji pada skripsi ini. Terima-kasih atas saran, kritik juga nasihat-nasihat yang sangat bermanfaat serta segala ilmu yang telah diberikan dalam proses penyelesaian skripsi ini;

5. Henni Wijayanti Maharani, S.Pi., M.Si., selaku pembimbing akademik;
6. Dosen-dosen dan para staf administrasi Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu, motivasi dan bantuannya dalam penyelesaian studi dan skripsi ini;
7. Kepala Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut Lampung;
8. Papa dan Mama, serta kakak dan abang yang senantiasa mendoakan, memotivasi, memberi dukungan dan bantuannya selama ini;
9. Muhammad Ibnu Rezon yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini;
10. Gilang dan Dian yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi keceriaan, bantuan serta doa hingga penyelesaian skripsi ini;
11. Reny, Nadya, Laurensia, serta Aulia atas kerjasama, saran, motivasi, dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini;
12. Sobat SMA, Venny Rachmasari yang selalu memberikan keceriaan dan *'spirit' –nya*;
13. Teman-teman seperjuangan Program Studi Sumberdaya Akuatik angkatan 2017, terima kasih untuk kebersamaannya baik susah maupun senang, motivasi dan semangat selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini;
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun guna perbaikan skripsi ini di kemudian hari. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Bandar Lampung, Oktober 2021

**Vina Triesa Putri**

## DAFTAR ISI

|                                                       |      |
|-------------------------------------------------------|------|
| DAFTAR ISI .....                                      | iii  |
| DAFTAR TABEL .....                                    | vi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                   | vii  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                 | viii |
| I. PENDAHULUAN .....                                  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                              | 1    |
| 1.2 Tujuan Penelitian .....                           | 2    |
| 1.3 Manfaat Penelitian .....                          | 2    |
| 1.4 Kerangka Pikir Penelitian .....                   | 3    |
| II. TINJAUAN PUSTAKA .....                            | 5    |
| 2.1 Pencemaran Sungai .....                           | 5    |
| 2.2 Indikator Biologi .....                           | 8    |
| 2.2.1 Makrozoobentos .....                            | 9    |
| 2.3 Indeks Ekologi .....                              | 10   |
| 2.3.1 Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) .....            | 10   |
| 2.3.2 Indeks Keseragaman ( $E$ ) .....                | 11   |
| 2.3.3 Indeks Dominansi ( $C$ ) .....                  | 11   |
| 2.4 Indikator Kualitas Air .....                      | 12   |
| 2.4.1 Kualitas Air Berdasarkan Indikator Fisika ..... | 12   |
| 2.4.2 Kualitas Air Berdasarkan Indikator Kimia .....  | 13   |
| III. METODE PENELITIAN .....                          | 15   |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....                 | 15   |
| 3.2 Alat dan Bahan .....                              | 15   |
| 3.3 Prosedur Penelitian .....                         | 16   |
| 3.3.1 Penentuan Stasiun Penelitian .....              | 16   |

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.2 Pengambilan Sampel Makrozoobentos.....                                                        | 16 |
| 3.3.3 Pengambilan Sampel Fisika Air .....                                                           | 17 |
| 3.3.4 Pengambilan Sampel Kimia Air.....                                                             | 18 |
| 3.4 Analisis Data .....                                                                             | 19 |
| 3.4.1 Kelimpahan Hewan Makrozoobentos.....                                                          | 19 |
| 3.4.2 Indeks Keanekaragaman .....                                                                   | 19 |
| 3.4.3 Indeks Keseragaman.....                                                                       | 20 |
| 3.4.4. Indeks Dominansi .....                                                                       | 20 |
| 3.5 Metode Pengolahan Data.....                                                                     | 21 |
| 3.5.1 Analisis Kurva ABC ( <i>Abundance Biomass Comparison</i> ) .....                              | 21 |
| 3.5.2 Regresi Linier Berganda .....                                                                 | 22 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                                                      | 26 |
| 4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....                                                           | 26 |
| 4.2 Komposisi hewan makrozoobentos.....                                                             | 26 |
| 4.3 Kelimpahan hewan makrozoobentos di masing-masing stasiun<br>pengamatan.....                     | 28 |
| 4.4 Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) hewan makrozoobentos di masing-masing<br>stasiun pengamatan..... | 33 |
| 4.5 Indeks keseragaman ( $E$ ) hewan makrozoobentos di masing-masing<br>stasiun pengamatan.....     | 35 |
| 4.6 Indeks dominansi ( $C$ ) hewan makrozoobentos di masing-masing stasiun<br>pengamatan .....      | 36 |
| 4.7 Hasil Kurva ABC ( <i>Abundance Biomass Comparison</i> ) Makrozoobentos....                      | 38 |
| 4.8 Regresi Linier Berganda .....                                                                   | 40 |
| 4.8.1 Uji Asumsi Klasik .....                                                                       | 40 |
| 4.8.2 Pengujian Ketepatan Model .....                                                               | 42 |
| 4.8.3 Pengujian Hipotesis .....                                                                     | 44 |
| 4.9 Kualitas Air.....                                                                               | 45 |
| 4.9.1 Kelarutan Oksigen (DO) .....                                                                  | 46 |
| 4.9.2 pH .....                                                                                      | 47 |
| 4.9.3 TOM .....                                                                                     | 47 |
| 4.9.4 Suhu .....                                                                                    | 48 |
| 4.9.5 Kedalaman.....                                                                                | 48 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 4.9.6 Kecerahan.....       | 49 |
| 4.9.7 Salinitas.....       | 49 |
| V. SIMPULAN DAN SARAN..... | 51 |
| 5.1 Simpulan .....         | 51 |
| 5.2 Saran .....            | 51 |
| DAFTAR PUSTAKA .....       | 53 |
| LAMPIRAN.....              | 58 |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                               | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Tiga kelompok hewan makrozoobentos sesuai indeks toleransi ..... | 9       |
| 2. Kategori indeks keanekaragaman Shannon-Wiener .....              | 11      |
| 3. Kategori indeks keseragaman (E) .....                            | 11      |
| 4. Kategori indeks dominansi (C) .....                              | 12      |
| 5. Kelimpahan hewan makrozoobentos di masing-masing stasiun .....   | 29      |
| 6. Indeks keanekaragaman (H') hewan makrozoobentos. ....            | 34      |
| 7. Indeks keseragaman (E) hewan makrozoobentos. ....                | 35      |
| 8. Indeks dominansi (C) hewan makrozoobentos.....                   | 37      |
| 9. Hasil uji normalitas Kolmogorov-Smirnov (K-S).....               | 40      |
| 10. Hasil uji multikolinieritas .....                               | 41      |
| 11. Hasil uji autokorelasi.....                                     | 42      |
| 12. Hasil nilai Uji F.....                                          | 43      |
| 13. Hasil uji $R^2$ .....                                           | 43      |
| 14. Hasil uji analisis regresi linier berganda .....                | 44      |
| 15. Nilai parameter fisika-kimia di Sungai Hurun .....              | 46      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                    | Halaman |
|-----------------------------------------------------------|---------|
| 1. Kerangka pikir penelitian .....                        | 4       |
| 2. Lokasi penelitian di Sungai Hurun .....                | 15      |
| 3. Contoh kurva ABC pada berbagai kondisi perairan .....  | 21      |
| 4. Diagram komposisi kelas hewan makrozoobentos .....     | 27      |
| 5. Diagram kelimpahan hewan gastropoda di stasiun 1 ..... | 30      |
| 6. Diagram kelimpahan hewan gastropoda di stasiun 2 ..... | 31      |
| 7. Diagram kelimpahan hewan gastropoda di stasiun 3 ..... | 33      |
| 8. Kurva ABC hewan makrozoobentos di stasiun 1 .....      | 38      |
| 9. Kurva ABC hewan makrozoobentos di stasiun 2 .....      | 38      |
| 10. Kurva ABC hewan makrozoobentos di stasiun 3 .....     | 39      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran                                                                                                                      | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1. Hasil pengukuran faktor fisika dan kimia di tiga stasiun pengamatan pada minggu pertama .....                              | 58      |
| 2. Hasil pengukuran faktor fisika dan kimia di tiga stasiun pengamatan pada minggu ketiga .....                               | 59      |
| 3. Hasil pengukuran faktor fisika dan kimia di tiga stasiun pengamatan pada minggu kelima .....                               | 60      |
| 4. Komposisi hewan makrozoobentos di Sungai Hurun. ....                                                                       | 61      |
| 5. Spesies hewan makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Hurun.....                                                           | 64      |
| 6. Komposisi hewan makrozoobentos di masing-masing stasiun .....                                                              | 71      |
| 7. Hasil pengujian asumsi klasik .....                                                                                        | 72      |
| 8. Hasil output regresi linier berganda menggunakan aplikasi SPSS .....                                                       | 75      |
| 9. Hasil perhitungan persentase biomassa relatif dan persentase kelimpahan relatif hewan makrozoobentos pada stasiun 1 .....  | 77      |
| 10. Hasil perhitungan persentase biomassa relatif dan persentase kelimpahan relatif hewan makrozoobentos pada stasiun 2 ..... | 79      |
| 11. Hasil perhitungan persentase biomassa relatif dan persentase kelimpahan relatif hewan makrozoobentos pada stasiun 3 ..... | 82      |

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teluk Hurun merupakan bagian dari Teluk Lampung yang berada di bagian timur laut Teluk Lampung. Secara geografis Teluk Hurun terletak pada  $105^{\circ}12' 45''$  sampai  $105^{\circ}13' 0''$  BT dan  $5^{\circ}31'30''$  sampai  $5^{\circ}31' 36''$ LS. Luas Teluk Hurun kurang lebih  $5 \text{ km}^2$ . Dasar perairan teluk di bagian barat daya dan selatan umumnya landai dengan kedalaman kurang dari 5 m, bagian utara diselimuti oleh hutan mangrove, sementara bagian selatan terdapat beberapa keramba jaring apung tradisional. Di Teluk Hurun juga telah berkembang berbagai aktivitas perikanan, seperti budidaya intensif tiram mutiara, budidaya udang, budidaya ikan di keramba jaring apung, dan budidaya semi alami ikan kerapu yaitu kerapu macan (*Ephinephelus fuscoguttatus*) dan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*).

Pada Teluk Hurun terdapat satu sungai yang bermuara ke perairan teluk, yaitu Sungai Hurun. Banyak aktivitas penduduk yang dilakukan di sekitar Sungai Hurun yang dapat mempengaruhi kualitas perairan Teluk Hurun, antara lain kegiatan budidaya tambak udang, pertanian, pemukiman penduduk, dan limbah peternakan. Aktivitas penduduk tersebut dapat menyebabkan terganggunya kehidupan organisme perairan. Salah satu kelompok organisme yang terdampak langsung bahan pencemar di ekosistem sungai adalah makrozoobentos karena hewan ini hidupnya relatif menetap.

Makrozoobentos dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas air yang mampu memberikan gambaran mengenai kondisi perairan. Makrozoobentos bersifat menetap, hidup relatif lama, dan bergerak relatif lamban. Sifat kepekaan makrozoobentos terhadap perubahan yang terjadi di air, menjadikan makrozoobentos sebagai petunjuk kondisi suatu kawasan perairan. Selain sebagai petunjuk kualitas air, kontribusi makrozoobentos juga cukup besar terhadap ekosistem perairan dalam

proses mineralisasi sedimen dan siklus material organik serta berperan sebagai penyeimbang nutrisi dalam ekosistem perairan (Nangin *et al.*, 2015).

Berdasarkan banyaknya aktivitas masyarakat di sekitar sungai serta dampak negatif dari aktivitas tersebut, maka perlu adanya analisis keanekaragaman makrozoobentos yang akan dibandingkan dengan parameter fisika kimia air guna mengetahui indikator yang mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos di sungai tersebut. Belum adanya studi tentang analisis makrozoobentos di Sungai Hurun juga menjadi alasan pentingnya penelitian ini dilakukan agar mengetahui apakah kualitas air Sungai Hurun masih baik untuk mendukung ekosistem perairan tersebut. Analisis keanekaragaman makrozoobentos dilakukan dengan terlebih dahulu mengidentifikasi jenis makrozoobentos yang terdapat di sungai serta melakukan pengukuran parameter fisika kimia air yang selanjutnya membuat persamaan regresi linier berganda untuk mengetahui indikator parameter fisika kimia yang lebih mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos di Sungai Hurun serta melakukan analisis kurva ABC untuk mengetahui bagaimana tingkat pencemaran di Sungai Hurun. Hasil analisis keanekaragaman makrozoobentos diharapkan dapat digunakan sebagai referensi dan rujukan pemanfaatan dan pengelolaan Sungai Hurun yang selanjutnya juga mempengaruhi perairan Teluk Hurun.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan diadakannya penelitian ini untuk:

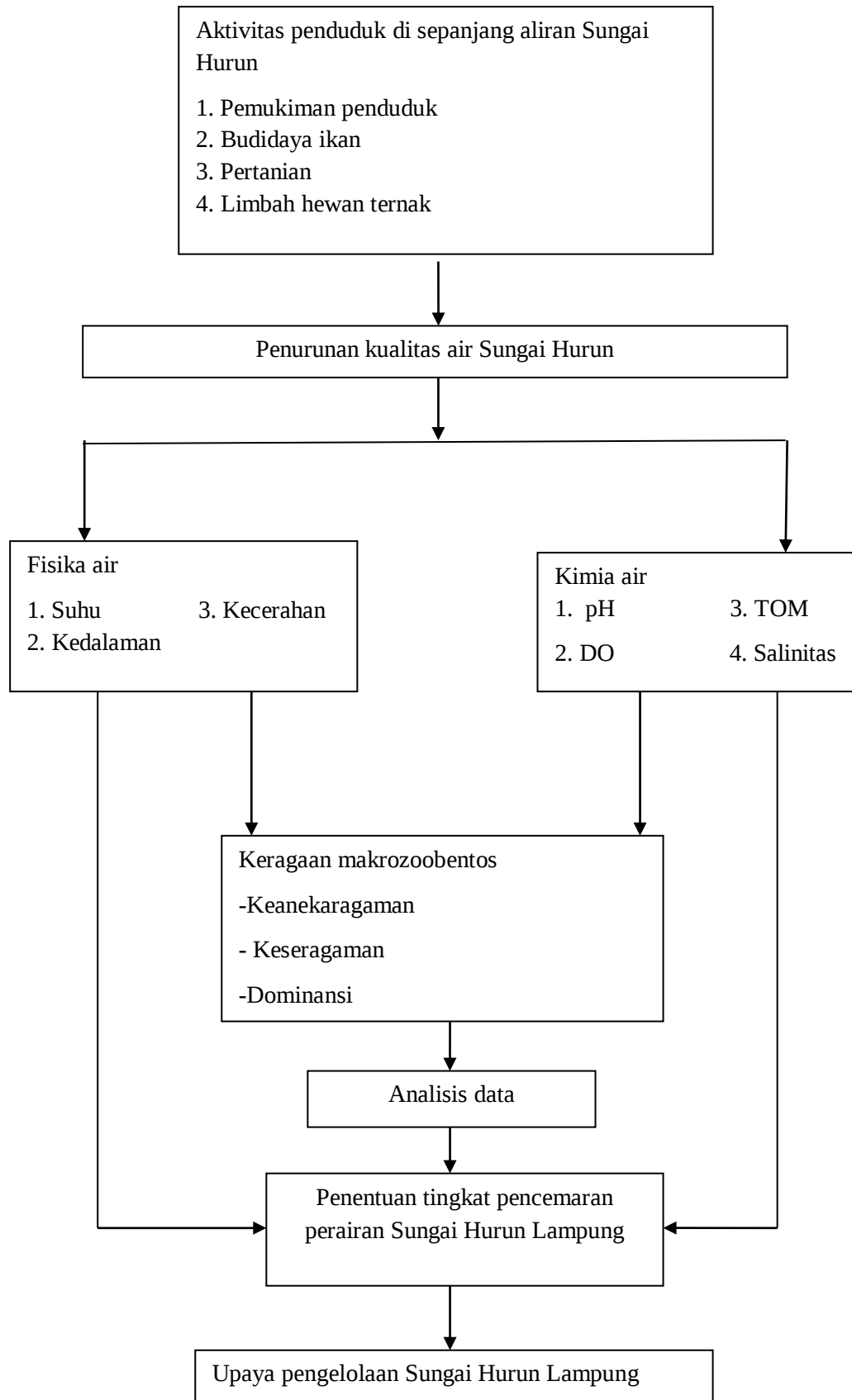
1. Menentukan struktur komunitas makrozoobentos yang terdapat di Sungai Way Hurun berdasarkan indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi.
2. Membangun model dengan regresi linier berganda.
3. Menentukan bioindikator pencemaran di Sungai Hurun.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini dapat bermanfaat dalam hal tersedianya informasi ilmiah yang dapat digunakan sebagai sumber rujukan pengelolaan Sungai Hurun dan Teluk Hurun.

#### **1.4 Kerangka Pikir Penelitian**

Aktivitas penduduk di sekitar Sungai Hurun, seperti pemukiman penduduk, budidaya ikan, pertanian, dan limbah peternakan dapat menyebabkan penurunan kualitas air Sungai Hurun. Penurunan kualitas air dapat diketahui dengan pengukuran parameter fisika dan kimia air, meliputi suhu, kedalaman, kecerahan, pH, DO, TOM, dan salinitas. Selain itu, data dari aspek keragaan makrozoobentos, seperti keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi juga diperlukan. Data dianalisis menggunakan analisis kurva ABC untuk mengetahui tingkat pencemaran di Sungai Hurun, dan uji regresi linier berganda untuk mengetahui pengaruh parameter fisika kimia air terhadap kelimpahan makrozoobentos sehingga akan dapat menentukan tingkat pencemaran perairan Sungai Hurun. Analisis keragaan makrozoobentos sebagai bioindikator perairan dijadikan sebagai informasi ilmiah yang dapat digunakan sebagai dasar upaya pengelolaan Sungai Hurun Lampung. Kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pencemaran Sungai**

Pencemaran adalah salah satu permasalahan lingkungan yang banyak terjadi di dunia khususnya di Indonesia. Permasalahan lingkungan yang terjadi secara terus-menerus dan tidak segera diatasi dengan bijak akan menimbulkan dampak yang merugikan bagi makhluk hidup dan alam. Hal ini disebabkan alam menjadi sumber daya yang memiliki keanekaragaman kebutuhan yang diperlukan oleh makhluk hidup. Pencemaran lingkungan dapat terjadi di perairan, tanah dan udara yang diakibatkan oleh berbagai kegiatan manusia (Philip, 2002).

Banyaknya kegiatan manusia di bidang industri, pertanian, perkebunan bahkan rumah tangga akan turut menyumbangkan bahan pencemar ke lingkungan. Salah satu pencemaran lingkungan yang sering terjadi adalah pencemaran air. Pencemaran air merupakan salah satu permasalahan yang sangat serius, mengingat air merupakan kebutuhan dasar bagi semua makhluk hidup. Pencemaran air adalah berubahnya tatanan (komposisi) air yang disebabkan oleh masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain dalam jumlah tertentu sehingga kualitas air menurun atau tidak berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Untuk mengantisipasi terjadinya pencemaran air, maka perlu menetapkan baku mutu air sebagai batas kadar yang diperbolehkan bagi suatu bahan pencemar yang masuk ke dalam air, sehingga air masih dapat digunakan sesuai dengan baku mutu air yang telah ditetapkan (Philip, 2002).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Air dan Pengendalian Pencemaran Air menurut baku mutu dibedakan menjadi 4 kelas, yaitu sebagai berikut:

1. Kelas I : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan

tersebut.

2. Kelas II : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

3. Kelas III : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

4. Kelas IV : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Air dikatakan tercemar apabila terdapat perubahan yang dapat diamati secara fisika, kimia dan biologi. Pengamatan secara fisika dengan melihat tingkat kejernihan air, perubahan suhu, warna, bau, dan rasa. Pengamatan secara kimia dapat dilihat dari perubahan derajat keasaman (pH) serta adanya zat-zat kimia yang terlarut di dalam air. Pengamatan secara biologi dapat dilihat dari keberadaan hewan-hewan akuatik yang sensitif terhadap keberadaan bahan pencemar.

Sungai menjadi salah satu tempat pencemaran air yang sering terjadi di Indonesia. Sumber pencemaran diduga kuat berasal dari limbah domestik dan limbah non domestik yang masuk ke dalam lapisan air tanah. Bahan pencemar yang masuk ke dalam ekosistem perairan dapat bersifat racun, karsinogenik, patogenik dan radioaktif yang sangat berbahaya. Bahan pencemar dapat didegradasi oleh mikroorganisme, namun ada beberapa jenis bahan pencemar yang tidak dapat diurai. Hal tersebut dapat membahayakan ekosistem sungai. Bahan pencemar dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu :

#### 1. Bahan buangan padat

Bahan buangan padat ini pada umumnya berbentuk butiran kasar maupun halus. Bahan buangan padat terbagi dalam 3 kelompok, yaitu dapat melarut, dapat membentuk koloid dan tidak dapat melarut. Bahan buangan padat yang dapat melarut akan menyebabkan konsentrasi bahan pencemar akan semakin meningkat.

Bahan buangan padat yang membentuk koloid akan menyebabkan air menjadi keruh sehingga akan mengganggu proses fotosintesis air dan dapat mengurangi kelaurutan oksigen di dalam air. Pendangkalan yang terjadi di sungai akibat dari bahan buangan padat yang tidak dapat larut.

## 2. Bahan buangan organik

Bahan buangan organik dapat diuraikan oleh mikroorganisme, namun apabila bahan pencemar masuk terlalu banyak akan meningkatkan jumlah dan aktivitas dari mikroorganisme, sehingga yang dikhawatirkan air akan terkontaminasi pula dengan bakteri patogen yang berbahaya bagi kesehatan apabila air dikonsumsi oleh manusia.

## 3. Bahan buangan anorganik

Bahan buangan anorganik biasanya berasal dari limbah-limbah industri yang akan merusak ekosistem air.

## 4. Bahan buangan cair berminyak

Bahan buangan cair berminyak sangat berbahaya, karena bahan pencemar ini dapat meracuni organisme akuatik yang hidup di dalam air. Selain berbahaya bagi organisme akuatik, jenis bahan pencemar ini akan menghalangi masuknya oksigen ke dalam air dan proses fotosintesis air akan terganggu karena cahaya matahari akan terhalang oleh lapisan minyak yang berada di permukaan air.

Pemukiman penduduk di bantaran sungai menjadi salah satu faktor terjadinya pencemaran sungai. Kegiatan penduduk di bantaran sungai seperti, mandi, cuci dan kakus (MCK), dan pembuangan sampah secara sembarangan akan turut menyumbang limbah ke aliran sungai. Kurangnya kesadaran dalam pengolahan limbah dengan baik, akan menyebabkan limbah menjadi menumpuk. Penumpukan limbah di sungai akan menyebabkan kualitas air dari bagian hulu hingga hilir akan berubah dan tidak sesuai lagi dengan peruntukannya. Masyarakat akan mengalami kerugian karena air sungai tidak lagi dapat dimanfaatkan secara optimal untuk kebutuhan sehari-hari. Selain itu, penumpukan limbah akan mengganggu ekosistem organisme akuatik dan menyebabkan kelimpahan suatu spesies yang hidup di sungai akan mengalami penurunan bahkan hilang (Manihar, 2017).

## 2.2 Indikator Biologi

Perubahan kualitas air di perairan disebabkan oleh adanya perubahan indikator kualitas air. Salah satu indikator untuk melihat kualitas air adalah indikator biologi. Indikator biologi yaitu indikator yang memanfaatkan hewan sebagai petunjuk untuk mengetahui kondisi air di suatu perairan. Banyaknya jenis keanekaragaman hayati yang berada di Indonesia yang meliputi flora dan fauna, dapat dimanfaatkan sebagai indikator biologi untuk melihat kondisi dari suatu ekosistem, salah satu fauna yang dapat digunakan sebagai indikator biologi adalah fauna yang hidup di air. Hewan air dijadikan sebagai indikator kualitas air karena memiliki pergerakan serta masa hidupnya relatif lama, sehingga dapat mendominasi suatu wilayah tertentu dan bersifat menetap. Kehadiran hewan-hewan air ini dapat berkorelasi dengan keadaan lingkungan yang cenderung berubah-ubah sesuai keadaan alam ataupun akibat aktivitas yang dilakukan manusia. Adapun hewan-hewan yang dijadikan sebagai indikator biologi untuk melihat kualitas perairan adalah fitoplankton, zooplankton, bentos dan nekton (Suharto, 2014).

Bentos dan plankton adalah hewan yang sering digunakan sebagai indikator biologi. Plankton dijadikan indikator biologi khususnya jenis fitoplankton karena jenis hewan-hewan ini memiliki siklus hidup yang pendek, namun cepat dalam merespon perubahan yang terjadi pada lingkungan. Selain itu, fitoplankton adalah hewan penghasil bahan organik dan oksigen yang dihasilkan melalui fotosintesis (Maresi *et al.*, 2015).

Bentos dapat dijadikan indikator biologi karena cenderung hidup menetap di suatu wilayah dan memiliki kesensitifan terhadap perubahan lingkungan yang dapat berpengaruh pada komposisi atau kelimpahannya. Kehadiran bentos dalam toleransi yang tinggi mengindikasikan bahwa air memiliki kualitas yang buruk, begitu pun sebaliknya. Jika bentos dalam toleransi yang rendah mengindikasikan bahwa air memiliki kualitas yang baik. Penggunaan bentos sebagai indikator biologi bukan hal yang baru dalam dunia penelitian, karena bentos mampu merespon dengan cepat terhadap bahan-bahan pencemar di dalam suatu perairan, sehingga informasi yang diberikan lebih tepat dibandingkan pengukuran dengan indikator fisika dan kimia (Revis, 2009).

### 2.2.1 Makrozoobentos

Makrozoobentos adalah salah satu organisme penting dalam ekosistem. Makrozoobentos berperan sebagai biota kunci dalam jaring makanan karena kehadiran makrozoobentos sebagai *suspension feeder*, *detritivor*, predator ataupun hidup sebagai parasit. Bentos berperan dalam proses mineralisasi sedimen dan siklus material organik serta sebagai penyeimbang kondisi nutrisi lingkungan. Makrozoobentos umumnya hidup menetap (*sesile*) di dasar perairan dengan pergerakan yang terbatas sehingga memiliki kemampuan untuk merespon dengan cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan secara terus-menerus. Selain itu, makrozoobentos memiliki siklus hidup yang lama (Mushthofa *et al.*, 2014).

Makrozoobentos memiliki ukuran 3-5 milimeter pada usia dewasa dapat tersaring dengan menggunakan mata saring 1,0 x 1,0 mm atau 2,0 x 2,0 mm. Berdasarkan tempat hidupnya, makrozoobentos dapat bersifat epifauna dan infauna. Epifauna mengartikan bahwa makrozoobentos ini hidup di permukaan substrat dan makrozoobentos yang hidup di dalam substrat mengartikan bahwa makrozoobentos tersebut bersifat infauna. Makrozoobentos memiliki kepekaan terhadap perubahan kualitas air yang disebabkan oleh berbagai macam faktor, salah satunya adalah bahan pencemar (Fachrul, 2007). Berdasarkan kepekaan terhadap bahan pencemar, makrozoobentos dapat di klasifikasikan menjadi 3 kelompok yaitu terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tiga kelompok hewan makrozoobentos sesuai indeks toleransi

| Intoleran        | Fakultatif     | Toleran         |
|------------------|----------------|-----------------|
| 1. Ephemeroptera | 1. Coleoptera  | 1. Simuliidae   |
| 2. Plecoptera    | 2. Pelecypoda  | 2. Chironomidae |
| 3. Tricoptera    | 3. Odonata     | 3. Hirudinae    |
|                  | 4. Tipulidae   | 4. Gastropoda   |
|                  | 5. Rhagionidae | 5. Oligochaeta  |
|                  | 6. Amphipoda   | 6. Tanyponidae  |
|                  |                | 7. Turbellaria  |

Sumber : Feminella (1999).

Berdasarkan kebiasaan hidupnya, makrozoobentos dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu:

- a. Infauna, yaitu bentos yang hidupnya di dalam sedimen atau menggali lubang di dasar perairan, misalnya: crustacea dan larva serangga.
- b. Epifauna, yaitu bentos yang hidupnya di permukaan dasar perairan atau menempel pada daun-daun lamun, misalnya: bivalvia, gastropoda, polichaeta (Sharma *et al.*, 2013).

Makrozoobentos dapat memonitor dalam berbagai tipe tekanan seperti tekanan dari polutan bahan organik, logam berat, *degradasi hydromorphologi*, pengkayaan nutrisi, *asidifikasi* dan tekanan. Selain memiliki respon yang kuat terhadap perubahan-perubahan yang terjadi, ada beberapa keuntungan yang menjadikan makrozoobentos sebagai indikator kualitas air, di antaranya :

1. Distribusi makrozoobentos tersebar luas dari wilayah hulu hingga hilir sungai
2. Hidup menetap dengan mobilitas yang terbatas memudahkan dalam pengambilan sampel
3. Makrozoobentos memiliki ukuran yang relatif besar sehingga tidak menyulitkan dalam mengidentifikasi
4. Perubahan kondisi lingkungan di perairan sangat mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos (Rahayu *et al.*, 2015).

## **2.3 Indeks Ekologi**

### **2.3.1 Indeks Keanekaragaman ( $H'$ )**

Nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) terbesar didapatkan jika semua individu yang diperoleh berasal dari satu jenis atau genera yang berbeda-beda. Keanekaragaman mempunyai nilai kecil atau sama dengan 0, jika suatu individu berasal dari satu atau hanya beberapa jenis Tabel 2.

Tabel 2. Kategori indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

| No. | Indeks Keanekaragaman ( $H'$ ) | Kategori |
|-----|--------------------------------|----------|
| 1.  | $< 1,00$                       | Rendah   |
| 2.  | $1,00 - 3,00$                  | Sedang   |
| 3.  | $\geq 3,00$                    | Tinggi   |

Sumber : Payung (2017)

### 2.3.2 Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman (E) dapat menunjukkan keseimbangan dalam suatu pembagian jumlah individu tiap jenis. Indeks keseragaman (E) mempunyai nilai yang besar jika individu ditemukan berasal dari spesies atau genera yang berbeda-beda. Apabila indeks keseragaman (E) semakin kecil maka semakin kecil pula keseragaman jenis dalam komunitas, artinya penyebaran jumlah individu tiap jenis tidak sama, ada kecenderungan didominasi oleh jenis tertentu. Nilai indeks keseragaman tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori indeks keseragaman (E)

| No. | Indeks Keseragaman (E) | Kategori           |
|-----|------------------------|--------------------|
| 1.  | $< 0,40$               | Komunitas tertekan |
| 2.  | $0,40 - 0,60$          | Komunitas labil    |
| 3.  | $\geq 0,60$            | Komunitas stabil   |

Sumber : Odum (1993).

### 2.3.3 Indeks Dominansi (C)

Dominansi jenis organisme dalam suatu komunitas ekosistem perairan diketahui dengan cara menghitung indeks dominansi dari organisme tersebut. Nilai indeks dominansi berkisar antara 0 sampai dengan 1, dimana semakin mendekati satu maka ada organisme yang mendominasi ekosistem perairan, sebaliknya jika mendekati nol maka tidak ada jenis organisme yang dominan (Odum, 1993). Hubungan antara keanekaragaman, keseragaman dan dominansi terkait satu sama lain, dimana apabila organisme beranekaragam berarti organisme tersebut tidak seragam dan tentu tidak ada yang mendominasi Tabel 4.

Tabel 4. Kategori indeks dominansi (C)

| No. | Indeks Dominansi (C) | Kategori |
|-----|----------------------|----------|
| 1.  | $< 0,50$             | Rendah   |
| 2.  | $0,50 - 0,75$        | Sedang   |
| 3.  | $\geq 0,75$          | Tinggi   |

Sumber : Odum (1993).

## 2.4 Indikator Kualitas Air

### 2.4.1 Kualitas Air Berdasarkan Indikator Fisika

#### a. Kecerahan air

Tingkat kecerahan air dapat dipengaruhi oleh 2 faktor utama, yaitu warna dan kekeruhan. Kecerahan air dapat memberikan petunjuk sejauh mana cahaya matahari dapat menembus di dalam air. Cahaya matahari yang masuk menembus air berperan penting bagi mikroorganisme yang membutuhkan oksigen dari hasil fotosintesis air untuk merombak bahan buangan yang masuk ke air. Semakin tinggi tingkat kekeruhan air, maka semakin rendah tingkat kecerahan air (Halida *et al.*, 2010).

#### b. Suhu air

Suhu sangat mempengaruhi laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup hewan-hewan akuatik. Hewan-hewan akuatik sangat sensitif terhadap perubahan suhu yang terjadi. Perubahan suhu di air dipengaruhi oleh interaksi antara suhu udara di permukaan dan suhu di perairan. Peningkatan suhu dapat disebabkan oleh perbedaan waktu, lintang, ketinggian dari permukaan laut, sirkulasi udara, dan kedalaman air. Suhu yang baik untuk hewan akuatik yaitu sekitar  $25^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $36^{\circ}\text{C}$  (Dafiuddin *et al.*, 2017).

#### c. Kedalaman air

Pada umumnya beberapa jenis makrozoobentos dapat ditemukan pada kedalaman yang berbeda. Kedalaman perairan yang berbeda akan memberi pengaruh yang berbeda pula terhadap jenis dan kelimpahan makrozoobentos. Kebanyakan organisme *benthik* di sungai, penyebarannya lebih besar dari 5% berada pada kedalaman 10 cm dari permukaan substrat, pada perairan yang mempunyai arus relatif

sama (Pennak, 1978).

## 2.4.2 Kualitas Air Berdasarkan Indikator Kimia

### a. pH (derajat keasaman)

Derajat keasaman atau pH merupakan parameter kimia organik yang berperan dalam faktor pembatas bagi hewan akuatik di suatu perairan.  $\text{pH} < 7$  pada perairan menandakan air bersifat asam, sedangkan  $\text{pH} > 7$  menandakan air bersifat basa. Biasanya air murni akan bersifat netral dengan pH 7,50. pH yang optimal untuk spesies makrozoobentos berkisar 6,0-8,0. Perairan dengan pH terlalu tinggi atau rendah akan mempengaruhi ketahanan hidup makrozoobentos didalamnya. Air yang tercemar biasanya memiliki pH yang berbeda-beda tergantung pada jenis limbah buangan yang masuk ke dalam air. Air limbah yang berasal dari industri biasanya bersifat asam dengan pH yang rendah. Air yang bersifat basa akan menyebabkan korosi terhadap alat yang terbuat dari besi (Endar *et al.*, 2014).

### b. Oksigen terlarut (*Dissolved oxygen*)

*Dissolved oxygen* merupakan oksigen terlarut yang berasal dari hasil fotosintesis tanaman air dan udara yang masuk ke dalam air. Apabila konsentrasi oksigen terlarut dalam kadar yang rendah, maka dapat mengganggu suplai oksigen bagi organisme air termasuk bentos. Kehadiran air limbah yang masuk ke dalam air akan menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut di dalam air tersebut. Hewan-hewan akuatik dapat bertahan dengan kadar oksigen terlarut yang berbeda-beda. Contohnya ikan-ikan besar di perairan dapat hidup dengan kadar oksigen terlarut paling sedikit 5 ppm (5 *part per million*), sedangkan ikan-ikan kecil dapat hidup paling sedikit 5 ppm, sedangkan ikan-ikan kecil dapat hidup dengan kadar oksigen terlarut paling sedikit 2 ppm (Herlambang, 2006).

### c. *Total Organic Matter* (TOM)

TOM adalah kandungan bahan organik total dalam suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi, dan koloid. Kandungan bahan organik di perairan akan mengalami fluktuasi yang disebabkan bervariasinya jumlah masukan baik dari domestik, pertanian, industri maupun sumber lainnya. Kandungan bahan organik dalam perairan akan mengalami peningkatan yang disebabkan buangan

dari rumah tangga, pertanian, industri, hujan, dan aliran air permukaan. Pada musim kemarau kandungan bahan organik akan meningkat sehingga akan meningkatkan pula kandungan unsur hara perairan dan sebaliknya pada musim hujan akan terjadi penurunan karena adanya proses pengenceran (Hoffman, 1977).

Pada perairan mengalir, jumlah kandungan bahan organik penting diketahui untuk menentukan sumber dan peluruhan bahan organik tersebut, mengingat kondisi ekosistem perairan mengalir yang sangat dinamis. Bahan organik di perairan mengalir dapat bersumber dari lingkungan terestrial di sekitarnya dan akibat transportasi dari angin, air dan pengendapan langsung (Reynold, 1971). Tingginya kadar organik pada suatu perairan umumnya akan mengakibatkan meningkatnya jumlah populasi hewan bentos sebagai organisme dasar, bentos menyukai substrat yang kaya akan bahan organik. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup nomor 2 Tahun 1988 tentang Baku Mutu Air Limbah, yaitu sebesar 80 mg/l. Oleh karena itu, perairan Sungai Hurun masih berada dalam batas baku mutu.

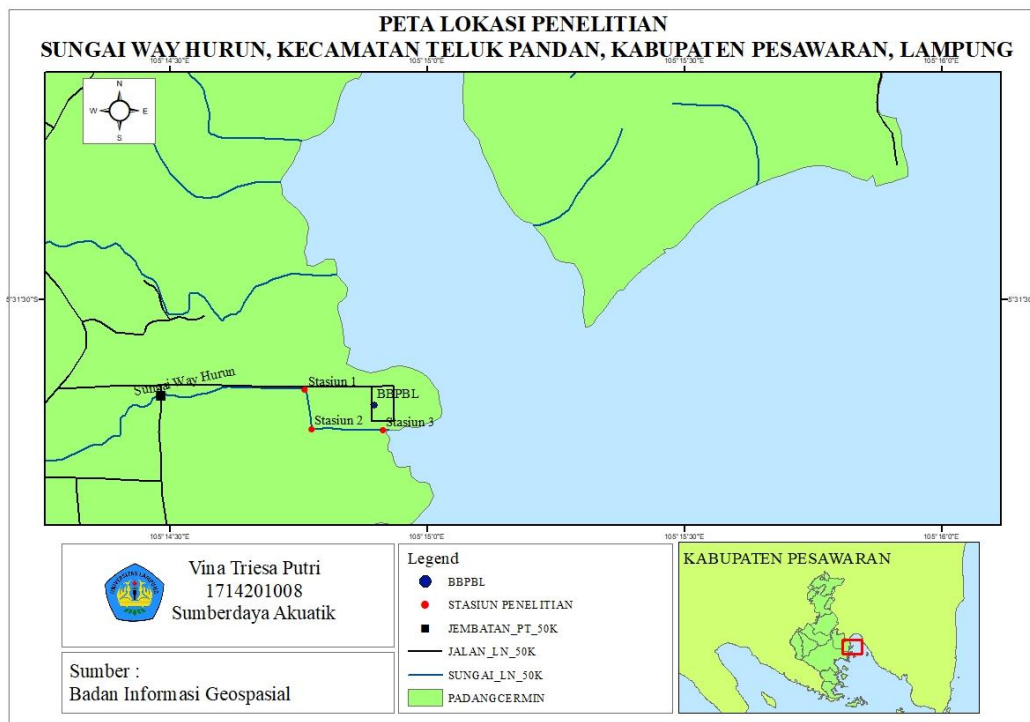
#### d. Salinitas

Salinitas dapat didefinisikan sebagai total konsentrasi ion-ion terlarut dalam air yang dinyatakan dalam satuan permil (‰) atau ppt (*part per thousand*) atau gram / liter. Salinitas disusun atas tujuh ion utama, yaitu sodium, potasium, kalium, magnesium, chlorida, sulfat, bikarbonat (Ambardhy, 2004). Nilai salinitas air untuk perairan tawar berkisar antara 0–5 ppt, perairan payau biasanya berkisar antara 6–29 ppt, dan perairan laut berkisar antara 30–40 ppt (Fardiansyah, 2011). Salinitas pada perairan mempengaruhi keseimbangan osmoregulasi tubuh dengan proses energetik yang selanjutnya mempengaruhi pertumbuhan. Organisme perairan harus mengeluarkan energi yang besar untuk menyesuaikan diri dengan salinitas yang jauh di bawah atau di atas normal bagi hidupnya. Pengaruh dari kandungan salinitas di suatu perairan yang menurun akan mengakibatkan turunnya pertumbuhan dan perkembangan makrozoobentos (Ahmad, 1991).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2021 dengan daerah pengambilan sampel dilakukan di Sungai Hurun, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Pengujian sampel kimia air yaitu TOM di Laboratorium Kualitas Air BBPBL (Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut Lampung). Lokasi penelitian tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi penelitian di Sungai Hurun

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *core sampler* ukuran 60 cm, termometer, plastik zip, roll meter, ember, *secchi disk*, DO meter, buku dan alat tulis, kamera, GPS, buku identifikasi *Fresh-water Invertebrates of the United States*, *coolbox*, saringan, tongkat paralon yang diberi ukuran, pH meter, refraktometer,

tissue, botol 600 ml, triplek. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas label, akuades, dan formalin 4%.

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Penentuan Stasiun Penelitian

Penentuan stasiun penelitian menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu metode penentuan lokasi sampling dengan beberapa pertimbangan tertentu oleh peneliti (Fachrul, 2007). Lokasi pengambilan data dibagi menjadi tiga stasiun. Adapun letak 3 stasiun yang akan dilakukan pengambilan data, yaitu :

1. Stasiun 1 terletak di dekat pintu masuk kedua BBPBL dengan titik koordinat S 5°31'40.6632'' dan E 105°14'45.5676''
2. Stasiun 2 terletak di daerah mangrove dengan titik koordinat S 5°31'45.1632'' dan E 105°14'51.6224''
3. Stasiun 3 terletak di muara sungai dengan titik koordinat S 5°31'45.606'' dan E 105°14'56.6332''

Pengambilan sampel makrozoobentos dan parameter fisika kimia air dilakukan sebanyak 3 kali dalam jangka waktu 2 minggu sekali. Masing-masing stasiun menggunakan 3 titik pengambilan sampel dengan jarak 20 m dari titik 1 ke titik 2 dan 20 m dari titik 2 ke titik 3 dengan jarak dari stasiun 1 ke stasiun 2 kurang lebih 600 m dan stasiun 2 ke stasiun 3 kurang lebih 300 m dengan 3 kali pengulangan pengambilan sampel makrozoobentos pada tiap titik dan pengambilan sampel parameter fisika kimia air tiap titik tanpa pengulangan.

#### 3.3.2 Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan *core sampler* dengan cara menancapkan *core sampler* ke dasar perairan, dan substrat akan terbawa saat *core sampler* tersebut diangkat dari dasar perairan. Pengambilan sampel makrozoobentos tersebut dilakukan pada tiap-tiap stasiun yang ditentukan sebanyak 3 kali ulangan. Sampel makrozoobentos yang terdapat dalam *core sampler* ditumpahkan ke dalam ember kemudian substrat disaring menggunakan saringan yang mempunyai *mesh size* 1,0 mm. Material yang tertinggal pada saringan

ditampung ke dalam ember kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan diberi formalin 4% serta label pada masing-masing plastik. Sampel yang telah diperoleh dengan menggunakan buku identifikasi *Fresh-water Invertebrates of the United States*.

### 3.3.3 Pengambilan Sampel Fisika Air

#### a. Suhu

Suhu air diukur dengan menggunakan termometer dan dilakukan secara *insitu* pada setiap lokasi pengamatan. Termometer dimasukkan ke dalam perairan dan didiamkan beberapa saat, kemudian dicatat skala suhu yang didapat.

#### b. Kecerahan

Kecerahan diukur dengan alat *secchi disk* yang disambungkan dengan tali yang telah diberi ukuran. *Secchi disk* diturunkan secara perlahan hingga batas tidak tampak, yaitu warna hitam pada *secchi disk* tidak terlihat lagi, kemudian dicatat hasilnya. Setelah itu, secara perlahan tarik *secchi disk* ke atas hingga warna hitam pada *secchi disk* tersebut kembali terlihat dan dicatat, ini adalah batas tampak. Setelah itu nilai batas tampak dan batas tidak tampak dijumlahkan lalu dibagi dua dan hasil yang didapat adalah nilai kecerahan.

Rumus perhitungan kecerahan air :

$$\text{Kecerahan} = \frac{(D1 + D2)}{2}$$

Keterangan :

D1 = Kedalaman saat *secchi disk* tidak tampak (m)

D2 = Kedalaman saat *secchi disk* tampak (m)

#### c. Kedalaman

Kedalaman sungai dapat diukur dengan tongkat kayu yang telah diberi ukuran. Tongkat kayu dimasukkan ke dalam sungai hingga menyentuh dasar sungai dan diusahakan agar tongkat kayu berdiri tegak dan lurus. Ukuran kedalaman sungai

diusahakan agar tongkat kayu berdiri tegak dan lurus. Ukuran kedalaman sungai dapat dilihat dari tongkat kayu yang terendam air. Ukuran yang tertera pada tongkat kemudian dicatat.

### 3.3.4 Pengambilan Sampel Kimia Air

#### a. pH

Pengukuran pH dilakukan dengan mengambil sampel air yang akan diukur kadar pH-nya (diletakkan dalam wadah). pH meter dinyalakan dengan menekan tombol on pada pH meter. Selanjutnya pH meter dimasukkan ke dalam wadah yang berisi air yang akan diuji. Pada saat pH meter dicelupkan ke dalam air, skala angka akan bergerak acak dan ditunggu hingga angka berhenti dan tidak berubah-ubah dan hasil akan terlihat di *display digital*.

#### b. DO (*Dissolved oxygen*)

Pengukuran DO dilakukan secara *insitu* di perairan dengan menggunakan DO meter. Sensor pada DO meter dicelupkan ke dalam air, maka dengan otomatis nilai oksigen terlarut terlihat pada monitor DO meter.

#### c. Total Organic Matter (TOM)

Pengambilan sampel TOM dilakukan dengan cara diambil sampel air dan dimasukkan ke dalam botol secara hati-hati jangan sampai timbul gelembung udara. Sampel yang sudah diambil lalu dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kandungan TOM (Saru *et al.*, 2017).

#### d. Salinitas

Pengukuran salinitas dapat dilakukan dengan cara dibersihkan terlebih dahulu refraktometer dengan kertas tisu mengarah ke bawah. Pada bagian prisma refraktometer ditetesi akuades dan dilap dengan tissue untuk dinetralkan. Kemudian sampel air yang ingin diukur diambil dengan menggunakan pipet tetes dan ditetesi di bagian prisma. Kemudian tutup prisma dengan hati-hati dan hasil pembacaan salinitas dapat dilihat pada ujung bulat bagian dalam refraktometer.

### 3.4 Analisis Data

#### 3.4.1 Kelimpahan Hewan Makrobentos

Kelimpahan individu makrozoobentos didefinisikan sebagai jumlah individu spesies setiap stasiun dalam satuan kubik. Kelimpahan individu makrozoobentos dihitung dengan rumus:

Volume paralon :  $\pi r^2 t$

Volume seluruh biota : Volume paralon  $\times$  n ulangan

Konversi jumlah biota :  $\frac{1}{vol\ seluruh\ biota}$

Kelimpahan (ind/ m<sup>3</sup>) : konversi jumlah biota  $\times$  ni (jumlah individu jenis-i)

#### 3.4.2 Indeks Keanekaragaman

Setelah dilakukan pengamatan dan identifikasi dilakukan perhitungan indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi. Dengan rumus keanekaragaman

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

dengan keterangan rumus:

H' = indeks keanekaragaman

Pi = peluang kepentingan untuk tiap spesies (ni/N)

ni = jumlah individu jenis ke-i

N = jumlah total individu

Kategori nilai indeks Shannon-Wiener mempunyai kisaran nilai tertentu yaitu:

Jika  $H' < 1$  : keanekaragaman rendah

Jika  $1 < H' < 3$  : keanekaragaman sedang

Jika  $H' \geq 3$  : keanekaragaman tinggi

### 3.4.3 Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman bentos dapat dihitung dengan rumus:

$$E = \frac{H'}{H_{max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

dengan keterangan rumus:

|       |                                         |
|-------|-----------------------------------------|
| E     | = indeks keseragaman                    |
| H'    | = indeks keanekaragaman                 |
| H max | = indeks keanekaragaman maksimum (ln S) |
| S     | = jumlah spesies                        |

Kategori nilai indeks Shannon- Wiener mempunyai kisaran nilai tertentu yaitu:

Jika  $E < 0,40$  : Keseragaman rendah

Jika  $0,40 < E < 0,60$  : Keseragaman sedang

Jika  $E \geq 0,60$  : Keseragaman tinggi

### 3.4.4. Indeks Dominansi

Dalam suatu komunitas biasanya terdapat jenis yang mengendalikan arus energi dan mempengaruhi lingkungan daripada jenis lainnya. Hal ini disebut dominan-dominan ekologi. Indeks dominansi dapat diketahui menggunakan indeks dominansi Simpson dengan persamaan (Odum, 1993):

$$C = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{n_i}{N} \right]^2$$

dengan keterangan rumus :

C = indeks dominansi

$n_i$  = jumlah individu tiap spesies

N = jumlah semua individu tiap spesies

Kategori nilai indeks Simpson mempunyai kisaran nilai tertentu yaitu:

Jika  $C < 0,50$  : Dominansi rendah

Jika  $0,50 < C < 0,75$  : Dominansi sedang

Jika  $0,75 < C < 1,00$  : Dominansi tinggi

### 3.5 Metode Pengolahan Data

#### 3.5.1 Analisis Kurva ABC (*Abundance Biomass Comparison*)

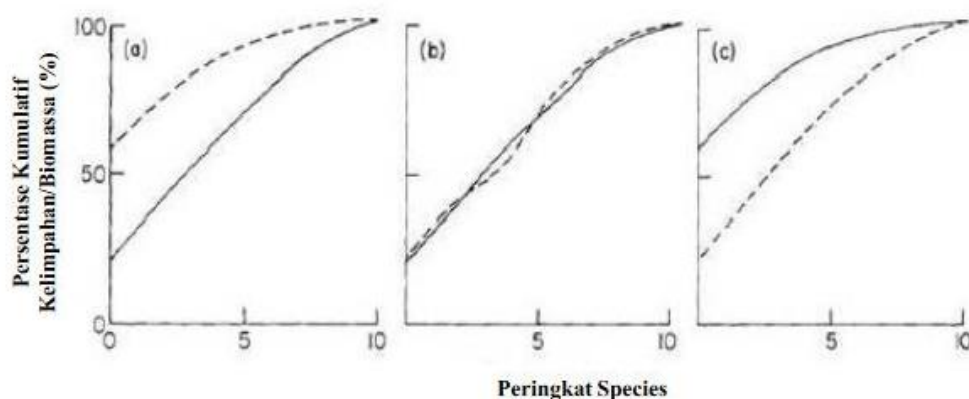
Metode ini digunakan untuk mengetahui kondisi lingkungan dengan menganalisis jumlah total individu per satuan luas dan biomassa (berat kering) total per satuan luas (Warwick, 1986). Komponen analisis kurva ABC adalah :

$$\text{Kelimpahan (K)} = \frac{\text{Jumlah Individu (Ind)}}{\text{Volume (m}^3\text{)}} \quad \text{Kelimpahan Relatif (KR)} = \frac{K_{\text{suatu jenis}}}{K_{\text{total}}} \times 100\%$$

$$\text{Biomassa (B)} = \frac{\text{Biomassa individu (gr)}}{\text{Volume (m}^3\text{)}} \quad \text{Biomassa Relatif (BR)} = \frac{B_{\text{suatu jenis}}}{B_{\text{total}}} \times 100\%$$

Langkah pembuatan kurva ABC adalah sebagai berikut :

1. Persentase relatif jumlah total individu per satuan luas dan biomassa per satuan luas dari masing-masing jenis makrozoobentos disusun dalam bentuk tabel
2. Ranging masing-masing jenis disusun berdasarkan persentase relatif jumlah total individu dan biomassa per satuan luas dan selanjutnya membuat kumulatif dominan dari persentase relatif
3. Data ranging jumlah total individu per satuan luas dan biomassa per satuan luas diplotkan pada sumbu X dan data persentase kumulatif dominan dari jumlah individu per satuan luas dan berat per satuan luas diplotkan pada sumbu Y.



Gambar 3. Contoh kurva ABC pada berbagai kondisi perairan  
Sumber : Warwick, (1986)

Keterangan:

(\_\_\_\_\_) : kelimpahan spesies

(-----) : biomassa

(a) : kondisi ekosistem tidak terganggu (tidak tercemar)

(b) : terganggu intensitas sedang/moderat (agak tercemar)

(c) : kondisi adanya gangguan dan tekanan ekologi (tercemar)

### 3.5.2 Regresi Linier Berganda

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan analisis regresi linier berganda. Analisis linier berganda digunakan untuk memprediksi berubahnya suatu nilai variabel tertentu bila variabel lain berubah. Analisis regresi linier berganda dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui pengaruh (suhu, kedalaman, kecerahan, pH, DO, TOM, dan salinitas) terhadap kelimpahan makrozoobentos dengan persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + e$$

Keterangan :

Y = Kelimpahan makrozoobentos

$\beta_1$  = Koefisien regresi dari variabel  $X_1$  (Suhu)

$X_1$  = Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

$\beta_2$  = Koefisien regresi dari variabel  $X_2$  (kedalaman)

$X_2$  = Kedalaman (m)

$\beta_3$  = Koefisien regresi dari variabel  $X_3$  (kecerahan)

$X_3$  = Kecerahan (m)

$\beta_4$  = Koefisien regresi dari variabel  $X_4$  (pH)

$X_4$  = pH

$\beta_5$  = Koefisien regresi dari variabel  $X_5$  (DO)

$X_5$  = DO (mg/l)

$\beta_6$  = Koefisien regresi dari variabel  $X_6$  (TOM)

$X_6$  = TOM (mg/l)

$B_7$  = Koefisien regresi dari variabel  $X_6$  (Salinitas)

$X_7$  = Salinitas (ppt)

e = Galat baku

### 1. Uji Asumsi Klasik

Pada saat melakukan analisa regresi berganda, maka perlu dipenuhi beberapa asumsi, misalnya asumsi klasik yang terdiri dari uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heteroskedastisitas dan uji autokorelasi. Pembahasan singkat dari uji asumsi klasik tersebut adalah sebagai berikut:

#### a. Uji Normalitas

Menurut Ghazali (2016), uji normalitas dilakukan untuk menguji apakah pada suatu model regresi, suatu variabel independen dan variabel dependen ataupun keduanya mempunyai distribusi normal atau tidak normal. Pada uji normalitas data dapat dilakukan dengan menggunakan uji *one sample* Kolmogorov Smirnov yaitu dengan ketentuan:

- Apabila *p-value* atau nilai signifikansi pengujian di atas  $\alpha = 0,05$  menunjukkan data memiliki distribusi normal, maka model regresi memenuhi asumsi normalitas.
- Apabila *p-value* atau nilai signifikan pengujian di bawah  $\alpha = 0,05$  menunjukkan data tidak memiliki distribusi normal, maka model regresi tidak memenuhi asumsi normalitas.

#### b. Uji Multikolinearitas

Menurut Ghazali (2016), pada pengujian multikolinearitas bertujuan untuk mengetahui apakah model regresi ditemukan adanya korelasi antar variabel independen atau variabel bebas. Dalam model regresi dilakukan dengan melihat nilai *tolerance* dan VIF (*variance inflation factor*) dari *output* regresi. Nilai VIF yang lebih besar dari 10 atau *tolerance* yang lebih kecil dari 0,10 menunjukkan adanya gejala multikolinieritas.

#### c. Uji Heteroskedastisitas

Uji ini bertujuan untuk melakukan uji apakah pada sebuah model regresi terjadi ketidaksamaan varian dari residual dalam satu pengamatan ke pengamatan lainnya. Pengujian heterosdastisitas dilakukan dengan melihat grafik *scatter plot* antara nilai prediksi variabel terikat (ZPRED) dan nilai residualnya (SRESID). Apabila titik-titik membentuk pola tertentu yang teratur seperti gelombang besar

dan melebar, kemudian menyempit maka telah terjadi heteroskedastisitas. Apabila titik-titik menyebar di atas dan di bawah angka 0 pada sumbu Y tanpa membentuk pola tertentu, maka tidak terjadi heteroskedastisitas.

#### d. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi merupakan bagian dari uji asumsi klasik dalam analisis regresi linier untuk data *time series* atau data runtut waktu. Uji autokorelasi dapat dilakukan salah satunya dengan uji *run test*. Dasar pengambilan keputusan uji *run test* adalah :

- Jika nilai asymp. Sig. (2 tailed) lebih kecil  $<$  dari 0,05 maka terdapat gejala autokorelasi
- Jika nilai asymp. Sig. (2 tailed) lebih besar  $>$  dari 0,05 maka tidak terdapat gejala autokorelasi

## 2. Uji Koefisien Regresi Linier Berganda

### a.) Uji f simultan

Uji f digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel independen dan variabel dependen, apakah variabel suhu ( $X_1$ ), kedalaman ( $X_2$ ), kecerahan ( $X_3$ ), pH ( $X_4$ ), DO ( $X_5$ ), TOM ( $X_6$ ), dan salinitas ( $X_7$ ) benar-benar berpengaruh secara simultan (bersama-sama) terhadap variabel dependen kelimpahan makrozoobentos (Y).

Langkah- langkah pengujiannya adalah sebagai berikut (Ghozali, 2016).

- Menentukan formulasi hipotesis
  - $H_0 : \beta_1 = 0$ , artinya variabel  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ , dan  $X_7$  tidak mempunyai pengaruh yang signifikan secara simultan terhadap variabel Y.
  - $H_1 : \beta_1 \neq 0$ , artinya variabel  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ , dan  $X_7$  mempunyai pengaruh yang signifikan secara simultan terhadap variabel Y.
- Menentukan derajat kepercayaan 95 % ( $\alpha = 0,05$ )
- Menentukan signifikansi
  - Nilai signifikansi  $< 0,05$  maka terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y

secara simultan (bersama-sama)

- Nilai signifikansi  $> 0,05$  maka tidak terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y secara simultan (bersama-sama)

- Menentukan F hitung

- Jika nilai F hitung  $< F$  tabel, maka kesimpulannya tidak terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y secara simultan (bersama-sama)

- Jika nilai F hitung  $> F$  tabel, maka kesimpulannya terdapat pengaruh variabel X terhadap variabel Y secara simultan (bersama-sama)

#### b.) Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi ( $R^2$ ) dilakukan untuk melihat adanya hubungan yang sempurna atau tidak, yang ditunjukkan pada apakah perubahan variabel bebas (suhu, kedalaman, kecerahan, pH, DO, TOM, dan salinitas) akan diikuti oleh variabel terikat (kelimpahan makrozoobentos) pada proporsi yang sama. Pengujian ini dilakukan dengan melihat nilai R kuadrat. Nilai koefisien determinasi adalah antara 0 sampai dengan 1.

Apabila nilai  $R^2$  yang kecil berarti kemampuan variabel- variabel independen dalam menjelaskan variabel-variabel dependen amat terbatas. Nilai yang mendekati 1 berarti variabel- variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi dependen (Ghozali, 2016).

## **V. SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian keragaan makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas air di bagian hilir Sungai Hurun Lampung didapatkan hasil simpulan sebagai berikut:

1. Hewan makrozoobentos yang ditemukan pada 3 stasiun di Sungai Hurun terdiri dari 5 kelas dan 87 spesies dengan kelimpahan makrozoobentos tertinggi sebesar 70,666.56 ind/m<sup>3</sup> dan terendah sebesar 13,000.96 ind/m<sup>3</sup>. Berdasarkan analisis data tingkat keanekaragaman makrozoobentos termasuk kategori sedang, tingkat keseragaman makrozoobentos termasuk dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah, serta tingkat dominansi yang termasuk dalam kategori sedang, dan rendah pada masing-masing stasiun dengan waktu pengambilan yang berbeda.
2. Model regresi linier berganda yang telah dilakukan, didapatkan persamaan regresi sebagai berikut: 
$$Y = -73.917,19 + 30.584,82 X_1 + 71.640,85 X_2 - 21.605,19 X_3 + 10.601,5 X_4 + 11.745,33 X_5 + e$$
3. Tingkat pencemaran yang terjadi di Sungai Hurun Lampung berdasarkan bioindikator dengan kurva ABC menunjukkan tercemar sedang.

### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian secara berkala untuk memantau perubahan tingkat pencemaran yang terjadi pada Sungai Hurun Lampung.
2. Diharapkan kepada pemerintah agar dapat bekerjasama dengan masyarakat agar lebih memperhatikan dan menjaga kelestarian ekosistem sekitar sungai.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

- Afu, L. O. A. 2005. *Pengaruh Limbah Organik terhadap Kualitas Perairan Teluk Kendari Sulawesi Tenggara*. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 127 hlm.
- Ahmad, T. 1991. *Pengelolaan Peubah Mutu Air yang Penting dalam Tambak Intensif*. INFIS manual seri no. 25 Direktorat Jendral Perikanan. Jakarta. 1-27 hlm.
- Ambardhy, J H. 2004. *Physical and Chemical Properties Water*. PT Central Bahari. Jakarta. 25 hlm.
- Asmawi, S. 1985. *Ekologi Ikan*. Fakultas Perikanan Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru. 108p.
- Barus, T. A. 2004. Faktor-faktor lingkungan abiotik dan keanekaragaman plankton sebagai indikator kualitas perairan Danau Toba. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* 11(2): 64-72.
- Brower, J.E, Zar J.H., and Von Ende C.N. 1990. *Field and Laboratory Method for General Ecology*. 3<sup>rd</sup> ed. Wm. C. Brown Publishers, Dabuque. USA. 273p.
- Dermawan, H. 2010. *Studi Komunitas Gastropoda di Situ Agathis Kampus Universitas Indonesia Depok*. (Skripsi). Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Depok. 79 hlm.
- Dharma. 1988. *Siput dan Kerang Indonesia I (Indonesia Shell)*. PT Sarana Graha. Jakarta. 111 hlm.
- Djajasasmita, M. 1999. *Keong dan Kerang Sawah*. Puslitbang Biologi LIPI. Bogor. 57 hlm.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 257 hlm
- Fachrul, M. F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta. 199 hlm.
- Fardiansyah, D. 2011. *Budidaya Air Tawar*. Dirjen Perikanan Budidaya KKP RI. Jakarta. 64 hlm.

- Feminella, J. W. 1999. Biotic indicators of water quality the Alabama Watershed Demonstration Project. *The Alabama Watershed Demonstration Project: Biotic* 31(1): 52-62.
- Fisesa, E.D., I. Setyobudiandi, M. Krisanti. 2014. Kondisi perairan dan struktur komunitas makrozoobentos di Sungai Belumai Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. *Depik* 3(1): 1-9.
- Ghozali, I. 2016. *Aplikasi Analisis Multivariate IBM SPSS 23*. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang. 95 hlm.
- Herlambang, A. 2006. Pencemaran air dan strategi penggulungannya. *Jurnal Air Indonesia* 2(1): 3-4.
- Hoffmann, T., Odum, J. R., Bowman, F., Collins, D., Klockow, D., Flagan, R. C., and Seinfeld, J. H. 1997. Formation of organic aerosols from the oxidation of biogenic hydrocarbons. *Journal of Atmospheric Chemistry* 26(2): 189-222.
- Ihlas. 2001. Struktur komunitas makrozoobentos pada ekosistem hutan mangrove di Pulau Sarapa Kecamatan Liukang Tupabiring Kabupaten Pangkap Sulawesi Selatan. *Jurnal Aqua marine* 3 (1): 35-42.
- J Swasono, A., Sudarmadji, dan Wachju S. 2013. Komposisi jenis dan pola penyebaran Gastropoda Hutan Mangrove Blok Bedul Segoro Anak Taman Nasional Alas Purwo Banyuwangi. *Jurnal Ilmu Dasar* 14(2): 99-110.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (KEPMEN-LH) No. 2. 1988. *Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup (KEPMEN-LH) No.51.2004. *Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut*. Jakarta.
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Andi Offset. Yogyakarta. 71 hlm.
- Maresi, S. R. P., Priyanti, P., dan Yunita, E. 2015. Fitoplankton sebagai Bioindikator saprobitas perairan di Situ Bulakan, Kota Tangerang. *Jurnal Biologi* 8(2): 113-122.
- Mujiyanto Y, dan Sugianti, Y. 2000. Buku Ekologi Perairan. *Universitas Negeri Sebalas Maret Press*. Surakarta. 87 hlm.
- Mushthofa, A., Rudiyan, S., dan Muskanonfola, M. R. 2014. Analisis struktur komunitas makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas Perairan Sungai Wedung, Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal* 3(1): 81-88.
- Nangin, S. R., Langoy, M. L., dan Katili, D. Y. 2015. Makrozoobentos sebagai indikator biologis dalam menentukan kualitas air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA* 4(2): 165-168.
- Nuriya,H., Hidayah, Z., dan Syah, A.F. 2010. Analisis parameter fisika kimia di

- Perairan Sumenep Bagian Timur dengan menggunakan citra Landsat TM 5. *Jurnal Kelautan* 3(2): 132-138.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia. Jakarta. 443 hlm
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi Umum*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 574 hlm.
- Odum, E.P. 1996. *Dasar-dasar Ekologi; Edisi Ketiga*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 453 hlm.
- Pasengo, Y. L. 1995. Studi Dampak Limbah Pabrik Plywood Terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Bentos di Perairan Dangking Desa Barowa Kecamatan Bua Kab. Luwu. Universitas Hasanuddin. Makassar. 79 hlm.
- Payung, W. R. 2017. *Keanakeragaman Makrozoobentos (Epipauna) pada Ekosistem Mangrove di Sempadan Sungai Tallo, Kota Makassar*. (Skripsi). Universitas Hasanuddin. Makassar. 33 hlm.
- Pennak, R. W. 1978. *Fresh-Water Invertebrates of the United States*. A Willey Interscience Publications John Willey and Sons. New York. 126 hlm.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001. *Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Pescod, M.B. 1973. *Investigation of Rational Effluen and Stream Standard for Trropical Countries* . AIT. London 110 hlm.
- Pirzan, A. M., and Pong-Masak, P. R. 2008. Relationship between phytoplankton diversity and water quality of Bauluang Island in Takalar Regency, South Sulawesi. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 3(9): 217-221.
- Putra. 2015. *Keanekaragaman Gastropoda di Perairan Litoral Pulau Pengujan Kabupaten Bintan*. (Skripsi). Universitas Maritim Raja. Tanjung Pinang. 78 hlm.
- Rahayu, D. M., Yoga, G. P., Effendi, H., dan Wardiatno, Y. 2015. Penggunaan makrozoobentos sebagai indikator status perairan hulu Sungai Cisadane, Bogor. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 20(1): 1-8.
- Reynold, S. C. 1971. *A Manual of Introductor Soil Science and Sampel Soil Analisa Methods*. North Pacific Commision. 147 hlm.
- Rizka, S., Z. A. Muchlisin, Q. Akyun, N. Fadli, I. Dewiyati, dan A. Halim. 2016. Komunitas makrozoobentos di perairan estuaria Rawa Gambut Tripa Provinsi Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah* 1 (1): 134-145.
- Sharma, R., Kumar, A., and Vyas, V. 2013. Diversity of macrozoobenthos in Morand River-a tributary of Ganjal River in Narmada Basin. *Internasio-nal Journal of Advanced Fisheries and Aquatic Sciences* 1(1): 57-65.

- Salim, D., Yuliyanto, Y., dan Baharuddin, B. 2017. Karakteristik parameter oseanografi fisika kimia perairan Pulau Kerumputan, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan. *Jurnal Enggano* 2(2): 218–228.
- Saru, A., Amri, K., dan Mardi, M. 2017. Konektivitas struktur vegetasi mangrove dengan keasaman dan bahan organik total pada sedimen di Kecamatan Wonomulyo, Kabupaten Polewali Mandar. *Jurnal Ilmu Kelautan Spermonde* 3(1): 3.
- Sasongko, E.B., Widyastuti, E., dan Priyono, R.E. 2014. Kajian kualitas air dan penggunaan sumur gali oleh masyarakat di sekitar Sungai Kaliyasa, Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 12(2): 78–82.
- Sastrawijaya, A.T. 1991. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta. Jakarta. 87 hlm.
- Setiawan, D. 2009. Studi komunitas makrozoobentos di perairan hilir Sungai Lematang sekitar daerah Pasar Bawah Kabupaten Lahat. *Jurnal Penelitian Sains* 9 (1): 12-14
- Setyobudiandi, I., Bergen, D. G., & Damar, A. 1990. Gradient Cilegon coastal waters, Indonesia. *Jurnal Marine Biological Center Special Publication* 17(1): 135-139.
- Situmorang, M. 2017. *Kimia Lingkungan*. Raja Grafindo Persada. Depok. 63 hlm.
- Suharto, B. 2014. Analisa kualitas perairan Sungai Klintar Nganjuk berdasarkan parameter biologi (plankton). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 1(3): 36-42.
- Supriadi, I. H. 2001. Dinamika estuaria tropik. *Jurnal Oseanika* 26 (4): 1-11.
- Susana, T. 2009. Tingkat keasaman (pH) dan oksigen terlarut sebagai indikator kualitas perairan sekitar Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 5(2): 33 – 39.
- Talley, L. D. 2002. Salinity patterns in the ocean. *Encyclopedia of Global Environmental Change* 1(1): 629-640.
- Ulfah, Y., Widianingsih dan M. Zainuri. 2012. Struktur komunitas makrozoobentos di perairan wilayah Morosari Desa Bedono Kecamatan Sayung Demak. *Jurnal Of marine Research*. 1 (2): 188-196.
- Warwick, R. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology* 92(4): 557-562.
- Zulkifli, H. 2009. *Struktur dan Fungsi Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Sungai Musi Kota Palembang*. (Skripsi). Universitas Sriwijaya. Sumatera Selatan. 58 hlm.