

**BIODIVERSITAS MAKROBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR
PENCEMARAN DI SUNGAI SAWANG MANE KABUPATEN
NAGAN RAYA SEBAGAI PENUNJANG
PRAKTIKUM LIMNOLOGI**

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

MELI SARI AYU

NIM. 150207126

**Mahasiswa Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Biologi**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2022 M / 1442 H**

**BIODIVERSITAS MAKROBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR
PENCEMARAN DI SUNGAI SAWANG MANE KABUPATEN
NAGAN RAYA SEBAGAI PENUNJANG
PRAKTIKUM LIMNOLOGI**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK) Universitas
Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh Sebagai Beban Studi untuk
Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu
Pendidikan Biologi

Oleh:

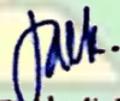
Meli Sari Ayu
NIM. 150207126
Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
Program Studi Pendidikan Biologi

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Samsul Kamal, M.Pd
NIP. 198005162011011007


Rizky Abadi, M.Pd
NIDN. 2013019002

**BIODIVERSITAS MAKROBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR
PENCEMARAN DI SUNGAI SAWANG MANE KABUPATEN
NAGAN RAYA SEBAGAI PENUNJANG
PRAKTIKUM LIMNOLOGI**

SKRIPSI

Telah Diuji oleh Panitia Munaqasyah Skripsi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Pada Hari/Tanggal :

Selasa, 04 Januari 2022
02 Jumadil Akhir 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

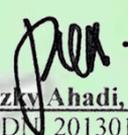
Ketua,


Samsul Kamal, M. Pd
NIP. 198005162011011007

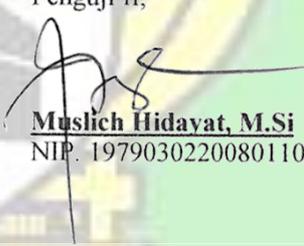
Sekretaris


Syahru Rahmanda, S.Pd

Penguji I,

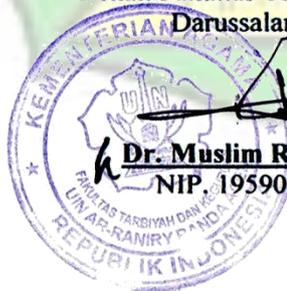

Rizky Ahadi, M.Pd
NIDN 2013019002

Penguji II,


Muslich Hidayat, M.Si
NIP. 197903022008011008

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah UIN Ar-Raniry
Darussalam-Banda Aceh


Dr. Muslim Razali, S.H., M.Ag.
NIP. 195903091989031001



SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Meli Sari Ayu
NIM : 150207126
Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan
Judul Skripsi : Biodiversitas makrobentos sebagai bioindikator
pencemaran disungai sawang mane kabupaten nagan raya
sebagai penunjang praktikum limnologi

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan ini, saya :

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain dan mampu mempertanggungjawabkan atas karya ini.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu mempertanggungjawabkan atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 25 Oktober 2021

Yang menyatakan,


Meli Sari Ayu

ABSTRAK

Proses pembelajaran mata kuliah limnologi pada saat praktikum lapangan masih terdapat kendala pada saat praktikum limnologi diantaranya belum tersedianya modul praktikum sehingga mahasiswa hanya terpaku pada intruksi dosen. Khususnya pada materi kondisi perairan menggenang dan organisme perairan darat, salah satunya hewan bentos. Bentos yaitu kelompok organisme yang relatif menetap didasar perairan dan kerap dijadikan sebagai (indikator) kualitas perairan. Untuk mengetahui indeks keanekaragaman makrobentos. Untuk mengetahui pemanfaatan hasil penelitian tentang makrobentos sebagai bioindikator pencemaran di sungai Sawang Mane Kabupaten Kagan Raya untuk dapat dijadikan sebagai penunjang praktikum limnologi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *survey eksploratif* dengan cara melakukan pengamatan langsung (observasi) pada lokasi Penentuan stasiun pengamatan dilakukan secara *purposive sampling* (Cuplikan lansung) berdasarkan kriteria-kriteria tertentu. Diketahui bahwa terdapat 14 jenis Makrobentos dari 9 Famili dengan jumlah total 60 individu. Adapun jenis yang paling dominan dijumpai yaitu *Anodonta woodiana* dengan jumlah 12 individu. Sedangkan jenis yang paling sedikit ditemukan yaitu *Lymnaea rubiginosa* dengan jumlah 1 individu. Indeks keanekaragaman makrobentos termasuk dalam kategori sedang dengan nilai $H' = 2,4332$. Bentuk dari hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi pembelajaran mata kuliah Limnologi dengan hasil uji kelayakan modul pembelajaran diperoleh hasil presentase kelayakan materi sebanyak 80% dengan kriteria layak digunakan. Sedangkan presentase media sebanyak 73,4% dengan kriteria layak digunakan sebagai media pembelajaran. Jadi hasil dari uji kelayakan media dan materi diperoleh nilai 7,6 % dengan kategori layak dijadikan sebagai media pembelajaran mata kuliah Limnologi.

Kata Kunci : Biodiversitas, Makrobentos Dan Limnologi

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil 'Alaamin, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis telah dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat seiring salam penulis sampaikan ke pangkuan Nabi besar Muhammad SAW yang telah menuntun umat manusia dari alam kebodohan ke alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan. Alhamdulillah dengan petunjuk dan hidayah-Nya, penulis telah selesai menyusun skripsi yang sangat sederhana ini untuk memenuhi dan melengkapi syarat-syarat guna mencapai gelar Sarjana pada jurusan Pendidikan Biologi (PBL) Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-ranry Banda Aceh, dengan judul "**Biodiversitas Makrobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran Disungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya Sebagai Penunjang Praktikum Limnologi.**" Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Samsul Kamal, M. Pd. selaku pembimbing I serta Penasehat Akademik (PA) yang telah banyak membantu dalam segala hal baik membimbing, memberi saran dan nasehat kepada penulis mulai dari awal sampai dengan penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.
2. Bapak Rizky Ahadi, M. Pd. selaku Pembimbing II yang telah membimbing, memberikan ide, saran, dan nasehat sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

3. Bapak Dr. Muslim Razali, SH., M.Ag selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.
4. Bapak Samsul Kamal, M. Pd selaku ketua Program Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Uin Ar-raniry.
5. Bapak/Ibu Dosen, staff akademik, asisten dan laboran laboratorium Program Prodi Pendidikan Biologi Uin Ar-raniry.
6. Bapak Mulyadi selaku kepala desa yang sudah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian.
7. Terima kasih juga kepada teman-teman seperjuangan yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada penulis.

Terimakasih yang tak terhingga dan teristimewa kepada Ayahanda tercinta Sairan dan Ibunda tercinta Khairani dengan segala pengorbanan, keikhlasan, kesabaran, dukungan serta kasih sayang yang telah dicurahkan sepanjang hidup penulis, do'a dan semangat tidak henti sehingga memberikan penulis kekuatan dan semangat dalam menempuh pendidikan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini sangat jauh dari kesempurnaan, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan juga pembaca. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan Taufik dan Hidayah-Nya Kepada kita semua.

Darussalam, 30 Oktober 2021
Penulis,

Meli Sari Ayu

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG.....	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan.....	7
D. Manfaat Penelitian	7
E. Definisi Operasional	8
BAB 11 : KAJIAN TEORITIS.....	13
A. Pengertian Makrobentos.....	13
B. Klasifikasi Makrobentos	14
C. Keanekaragaman Makrobentos	16
D. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kehidupan Makrobentos ...	18
E. Peranan Makrobentos.....	20
F. Sungai Sawang Mane.....	22
G. Makrobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran	23
H. Modul Pratikum	24
I. Penelitian Relevan	25
BAB 111 : METODE PENELITIAN	28
A. Metode Penelitian	28
B. Tempat Dan Waktu Penelitian.....	28
C. Populasi Dan Sampel	29
D. Alat Dan Bahan Penelitian	29
E. Prosedur Penelitian	29
F. Parameter Penelitian	31
G. Analisis Data.....	31
BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	32
A. Hasil Penelitian.....	32
B. Pembahasan.....	54

BAB V : PENUTUP	58
A. Kesimpulan	58
B. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN-LAMPIRAN	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar

3.1	: Peta Lokasi Penelitian.....	28
4.1	: <i>Cheumatopsyche sp</i>	32
4.2	: <i>Tarebia granifera</i>	33
4.3	: <i>Thiara scabra</i>	34
4.4	: <i>Thiara pantherine</i>	35
4.5	: <i>Melanoisdes torulosa</i>	36
4.6	: <i>Lymnaea rubiginosa</i>	37
4.7	: <i>Thiara rufis</i>	38
4.8	: <i>Gyraulus convexiusculus</i>	39
4.9	: <i>Corbicula javanica</i>	40
4.10	: <i>Melanoisdes punctata</i>	41
4.11	: <i>Melanoisdes granifera</i>	42
4.12	: <i>Anodonta woodiana</i>	43
4.13	: <i>Brotia testudinaria</i>	44
4.14	: <i>Pomacea canalicula</i>	45
4.15	: Cover Modul	51



DAFTAR TABEL

Tabel

2.1 : Makrozoobentos Sebagai Indikator	21
3.1 : Alat Dan Bahan.....	27
4.1 : Jenis Makrobentos	32
4.2 : Indeks keanekaragaman makrobentos	47
4.3 : Parameter fisik kimia	48
4.4 : Uji Kelayakan Materi	53
4.5 : Uji Kelayakan Media	54



DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Keputusan Pembimbing.....	64
2. Surat Izin Penelitian dari Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry.....	65
3. Surat Keterangan telah Melakukan Penelitian didesa Sawang Mane	66
4. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian Identifikasi di Laboratorium Pendidikan Biologi Ar-Raniry.....	67
5. Surat bebas laboratorium.....	68
6. Tabel Indeks Keanekaragaman Makrobentos	69
7. Lembar kuesioner penilaian modul praktikum	71



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Bentos merupakan organisme yang hidup dipermukaan atau dalam substrat dasar perairan yang meliputi organisme nabati yang disebut fitobentos dan organisme hewani yang disebut zoobentos.¹ Fitobentos adalah organisme bentos yang bersifat tumbuhan yang terdiri dari *macrophyte* dan alga, dan zoobentos adalah bentos yang bersifat hewan.² Pada umumnya zoobentos adalah makro invertebrata yang meliputi insekta, moluska, oligochaeta, dan nematode.³ Berdasarkan ukurannya bentos dapat dibedakan menjadi makrobentos, mesobentos atau meiobentos dan mikrobentos. Makrobentos yaitu kelompok bentos yang berukuran >2 mm, meiobentos yaitu kelompok bentos yang berukuran 0,2-2 mm, dan mikrobentos yaitu kelompok bentos yang berukuran $<0,2$ mm.⁴

Makrobentos merupakan kelompok hewan yang relatif menetap di dasar perairan dan kerap digunakan sebagai petunjuk biologis (indikator) kualitas perairan. Makrobentos dapat dijadikan petunjuk biologis perairan, karena makrobentos memiliki sifat kepekaan terhadap bahan pencemar, mobilitas atau

¹ Makri, "Struktur Komunitas dan Kelimpahan Makrozoobentos di Danau Ranau Oku Selatan Sumatra Selatan", *Jurnal Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, Vol.13, No.1, (2018), h. 10.

² Sulphayrin, dkk., "Komposisi dan Jenis Makrozoobentos (Infauna) Berdasarkan Ketebalan Substrat pada Ekosistem Lamun di Perairan Nambo Sulawesi Tenggara", *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*, Vol.3, No.4, h. 343.

³ Makri, "Struktur Komunitas dan Kelimpahan Makrozoobentos... h. 10.

⁴ Natalia Lusianingsih Sumanto, "Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Bah Bolon Kabupaten Simalungun Sumatera Utara", *Jurnal Ilmiah Biologi*, Vol,7, No.1 (2019), h. 8.

pergerakan yang rendah atau lamban, mudah ditangkap serta memiliki kelangsungan hidup yang cukup panjang. Oleh karena itu peran dan keberadaan makrobentos dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan termasuk sungai dapat dijadikan indikator terkini pada suatu kawasan.⁵ Sebagaimana firman Allah dalam Al-qur'an pada surah An-Nur Ayat 45 :

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى بَطْنِهِ، وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَى أَرْبَعٍ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ إِنَّ اللَّهَ عَلَى كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ ﴿٤٥﴾

Artinya : “Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan diatas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki sedangkan sebagian yang lain berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaknya, sesungguhnya Allah maha kuasa atas segala sesuatu”. (QS. An-Nur: 24:25)

Ayat di atas menjelaskan bahwa Allah menjelaskan kekuasaan-Nya yang sempurna dan kekuatan-Nya yang agung dalam menciptakan berbagai jenis makhluk dengan beragam bentuk, warna, gerak, dan diamnya dengan bahan baku berasal dari satu jenis air. Maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya seperti bentos dan binatang lain yang sejenisnya. Dan sebagian yang lain berjalan dengan dua kaki seperti manusia dan burung, sebagian lagi berjalan dengan empat kaki, seperti binatang ternak dan hewan lainnya..⁶

⁵ Rina Budi Satiyarti, dkk., “Makrobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Way Belau Bandar Lampung”, *Majalah Teknologi Agro Industri*, Vol.9, No.2, (2017), h. 2.

⁶ Syaikh Shafiyurrahman Al-Mubarakfuri, *Shahih Tafsir Ibnu Katsir Jilid 6*, (Jakarta: Pustaka Ibnu Katsir, 2011), h. 419.

Sungai merupakan salah satu ekosistem lotik (perairan mengalir) memiliki fungsi sebagai tempat hidup organisme. Organisme yang hidup dalam perairan sungai adalah organisme yang telah memiliki kemampuan untuk beradaptasi terhadap kecepatan arus. Sungai merupakan salah satu lingkungan yang sering terkena dampak pencemaran. Pencemaran dapat disebabkan karena berbagai jenis aktivitas manusia yang dilakukan disepanjang daerah aliran sungai. Meningkatkan aktivitas domestika, pertanian dan industri akan mempengaruhi dan berdampak buruk terhadap kondisi kualitas air sungai.⁷ Salah satunya sungai yang terdapat di kabupaten Nagan Raya.

Secara geografis Kabupaten Nagan Raya terletak pada titik koordinat $03^{\circ} 43'53,47-04^{\circ} 37'53,38'$ LU dan $96^{\circ} 11'36,11'-96^{\circ} 47'54,92'$ BT dengan luas wilayah 3.363,7 KM.⁸ Kawasan Kabupaten Nagan Raya terdapat berbagai perairan tawar dan perairan asin, salah satu perairan tawar ialah perairan sungai Sawang Mane yang letaknya di sebelah Timur. Sungai Sawang Mane adalah salah satu sungai yang terdapat di Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya. Sungai ini mempunyai peran biologis yang sangat penting bagi kehidupan sejumlah spesies hewan sebagai tempat berlindung dan tempat mencari makanan maupun sebagai tempat berkembangbiak dan tempat tumbuh besar berbagai biota perairan.⁹

⁷ Sernando Rezky Nangin, dkk., "Makrobenthos sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara", *Jurnal Mipa Unsrat Online*, Vol.4, No.2, (2015), h. 165.

⁸ Wanidar, dkk., "Kajian Struktur Komunitas Makrobenthos di Sungai Kuala Tuha Kecamatan Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya", *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, Vol.1, No.3, (2016), h. 404.

⁹ Hasil observasi di sungai sawang mane kecamatan seunagan timur kabupaten nagan raya, 09 Februari 2020

Sungai ini juga dimanfaatkan oleh masyarakat yang tinggal disekitar aliran sungai tersebar untuk kebutuhan harian mereka diantaranya pembuangan berbagai limbah dan juga dimanfaatkan sebagai tempat mata pencaharian mereka diantaranya pengambilan batu untuk dijual ke pabrik batu-bara dan alat transportasi masyarakat untuk menyebrangi sungai sungai tersebut dari berbagai hal tersebut memungkinkan terjadinya perubahan kualitas perairan yang selanjutnya akan berdampak pada kehidupan biota air, salah satunya hewan makrobentos yang terdapat disungai sawang mane.¹⁰

Berdasarkan observasi awal yang dilakukan di Sungai Sawang Mane diperoleh informasi bahwa sebagian besar masyarakat yang tinggal didekat kawasan sungai tergolong tinggi yang dapat dilihat dari kebiasaan aktivitas harian penduduk yang memanfaatkan sungai Sawang Mane untuk pembuangan limbah, penambangan pasir, kegiatan pertanian dan juga jadi muara beberapa aliran sungai sehingga berpengaruh terhadap peningkatan volume air. Maka oleh sebab itu untuk mengetahui kualitas air baik secara fisika, kimia dan biologis suatu perairan. Salah satu indikator biologi yang dapat di gunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran adalah Indeks Diversitas.¹¹

Indek Diversitas (H') merupakan suatu angka yang tidak memiliki satuan dengan kisaran 0-3, tingkat keanekaragaman akan tinggi jika nilai H' mendekati 3, sehingga hal ini menunjukkan kondisi perairan baik. Sebaliknya jika nilai H'

¹⁰ Hasil observasi di sungai sawang mane kecamatan seunagan timur kabupaten nagan raya, 09 Fzebruari 2020

¹¹ Hasil observasi di sungai sawang mane kecamatan seunagan timur kabupaten nagan raya, 09 Februari 2020

mendekati 0 maka keanekaragaman rendah dan kondisi perairan kurang baik.¹² Kondisi suatu perairan dan keanekaragaman makrobentos sangat penting diketahui, selain sebagai informasi bagi masyarakat sekitar, Kondisi suatu perairan dan keanekaragaman makrobentos juga dapat digunakan sebagai referensi tambahan bagi perguruan tinggi.

Kondisi suatu perairan juga dipelajari pada Mata Kuliah Limnologi. Limnologi merupakan salah satu cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang perairan darat.¹³ Limnologi ini merupakan salah satu mata kuliah pilihan yang dipelajari oleh mahasiswa pendidikan biologi UIN Ar-Raniry dengan bobot 3 SKS, yang dibagi dalam 2 SKS teori dan 1 SKS pratikum. Kegiatan pratikum bertujuan untuk mengembangkan keterampilan, memecahkan masalah, berfikir kreatif, meningkatkan pemahaman, metode ilmiah, mengembangkan keterampilan percobaan, penyelidikan ilmiah, menganalisis data, mengkomunikasikan hasil, melatih kemampuan bekerja sama, menumbuhkan sikap positif dan minat, serta meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan.¹⁴

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan mahasiswa program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry angkatan 2017 yang telah mengambil mata kuliah limnologi dapat diketahui bahwa selama ini belum tersedia modul pratikum sehingga mahasiswa hanya terpaku pada

¹² Insafitri, "Keanekaragaman, Keseragaman, Dan Dominansi Bivalvia di Area Buangan Lumpur Lapindo Muara Sungai Porong", *Jurnal Kelautan*, Vol.3, No.1, (2010), h. 55.

¹³ Darti Satyani Lesmana, *Ensiklopedia Ikan Hias Air Tawar*, (Jakarta: Penebar Swadaya Grup, 2015), h. 274.

¹⁴ Salwa Rezaqi, "Analisis Kelengkapan Laboratorium Dalam Pelaksanaan Pratikum Biologi Di Sma Negeri Sekabupaten Karo", *Jurnal Pelita Pendidikan*, Vol.3, No.4, (2015), h. 240.

intruksi dosen.¹⁵ Hasil wawancara dengan dosen mata kuliah limnologi diperoleh informasi bahwa ketersediaan referensi terkait dengan jenis makrobentos masih sangat minim teorinya. Dan masih terdapat kendala pada saat praktikum limnologi diantaranya belum tersedianya modul praktikum. Modul praktikum dapat mempermudah dan membantu mahasiswa pada saat pelaksanaan kegiatan praktikum.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya sebagai Penunjang Praktikum Limnologi.**”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi pokok masalah yang penulis angkat adalah sebagai berikut:

1. Jenis makrobentos apa saja yang terdapat di sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya?
2. Bagaimana indeks keanekaragaman makrobentos di sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya?
3. Bagaimana pemanfaatan hasil penelitian tentang makrobentos sebagai bioindikator pencemaran di sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya untuk dapat dijadikan sebagai penunjang praktikum limnologi?

¹⁵ Hasil Wawancara Dengan Mahasiswa Letting 2017 Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Uin Ar-Raniry, 12 februari 2020.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui makrobentos apa saja yang terdapat di sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya.
2. Untuk mengetahui indeks keanekaragaman makrobentos di sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya.
3. Untuk mengetahui pemanfaatan hasil penelitian tentang makrobentos sebagai bioindikator pencemaran di sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Kagan Raya untuk dapat dijadikan sebagai penunjang praktikum limnologi.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dapat dikategorikan dalam dua jenis, yakni secara teoritis dan secara praktis.

1. Secara teoritis, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan acuan penambah ilmu pengetahuan dan referensi mengenai jenis makrobentos di kawasan perairan sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya sebagai bioindikator pencemaran perairan.

2. Secara Praktis

- a. Bagi mahasiswa, dengan adanya modul yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat mempermudah mahasiswa dalam proses pelaksanaan praktikum pada mata kuliah limnologi di program studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan keguruan UIN Ar-raniry.
- b. Bagi dosen, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi atau bahan referensi tentang jenis makrobentos di kawasan perairan sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya.
- c. Bagi masyarakat, diharapkan dapat memanfaatkan hasil penelitian ini untuk melihat bioindikator perairan pada perairan yang tercemar atau yang tidak tercemar melalui keberadaan makrobentos.

E. Definisi Operasional

Untuk menghindari kesalahpahaman dan mengenal lebih lanjut tentang penelitian ini, maka penulis merasa perlu memberikan beberapa definisi tentang istilah yang ada dalam penelitian ini, antara lain:

1. Makrobentos

Makrobentos merupakan kelompok organisme yang hidup di dalam atau di permukaan sedimen dasar perairan. Bentos memiliki sifat kepekaan terhadap beberapa bahan pencemar, mobilitas yang rendah, mudah ditangkap dan memiliki kelangsungan hidup yang panjang. Oleh sebab itu, peran makrobentos dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan dapat menjadi indikator kondisi ekologi

terkini pada kawasan tertentu.¹⁶ Makrobentos yang dimaksud sebagai objek penelitian adalah makrobentos yang berada di sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya.

2. Bioindikator

Bioindikator berasal dari dua kata yaitu “bio” dan “indicator”, bio artinya makhluk hidup seperti hewan, tumbuhan dan mikroba. Sedangkan indikator artinya variable yang dapat digunakan untuk mengevaluasi keadaan atau status dan memungkinkan dilakukannya pengukuran terhadap perubahan-perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu. Jadi, bioindikator adalah komponen biotik (makhluk hidup) yang dijadikan sebagai indikator.¹⁷

Bioindikator adalah kelompok atau komunitas organisme yang kehadirannya atau perilakunya di alam berkorelasi dengan kondisi lingkungan, sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan.¹⁸ Maksud dari bioindikator yaitu organisme makrobentos yang digunakan untuk menentukan kualitas air.

3. Sungai Sawang Mane

Sungai merupakan aliran air yang mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang lebih rendah dan memanjang menuju kelaut.¹⁹ Kualitas air sungai

¹⁶ Purwanto, dkk., “Studi Kualitas Perairan Danau Sentani Menggunakan Bioindikator Makrobentos”, *Jurnal Biologi Papua*, Vol.5, No.2, (2013), h. 54.

¹⁷ Nitasha Khatri, Dkk, “Influences of Natural and Anthropogenic Factors on Surface and Groundwater Quality in Rural and Urbanareas”, *Front Life Sci*, Vol.8, No.1, (2015), h. 23.

¹⁸ Sri Unon Purwati, “Karakteristik Bioindikator Cisadane: Kajian Pemanfaatan Makrobentik untuk Menilai Kualitas Sungai Cisadane”, *Ecolab*, Vol.9, No.2 (2015), h. 48.

¹⁹ Tri Agustini, Dkk., “Simulasi Pola Sirkulasi Arus Muara Kapuas Kalimantan Barat”, *PRIMA FISIKA*, Vol.1, No.1, (2013), h. 33.

disuatu daerah sangat dipengaruhi oleh aktifitas manusia, khususnya yang berada di sekitar sungai.²⁰ Sungai ialah salah satu ekosistem perairan mengalir yang berperan penting dalam menunjang kegiatan dan kehidupan manusia.

Masuknya limbah yang berasal dari aktivitas di sekitar perairan berpotensi mempengaruhi dan mengubah kondisi lingkungan perairan. Beban masukan limbah berlebih dapat mengganggu keberlanjutan fungsi ekosistem sungai. Interaksi ekologis yang tidak stabil dalam jangka waktu lama memberikan implikasi buruk terhadap kelangsungan hidup biota perairan, bahkan akan membawa kerugian bagi masyarakat setempat yang memanfaatkan sumber daya perairan tersebut.²¹ Sungai yang dimaksud dalam penelitian ini adalah sungai yang terdapat di Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya. Dari bagian hulu sungai dimulai dari sebelah kiri yaitu hutan, selanjutnya disepanjang aliran sungai sebelah kanan terdapat rumah rumah warga.

4. Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan adalah masuknya atau di masukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain kedalam lingkungan dan berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas lingkungan turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.²²

²⁰ Ekha Yogafany, "Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai Terhadap Kualitas Air Sungai Winongo", *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, Vol.7, No.1, (2015). h. 42.

²¹ Nuralim Pasingi, Dkk., "Kualiatas Perairan Sungai Cileungsi Bagian Hulu Berdasarkan Kondisi Fisik-Kimia", *Depik*, Vol.3, No.1, (2014), h. 56.

²² Adam Faroqi, "Perancangan Alat Pendeteksi Kadar Polusi Udara Menggunakan Sensor Gas Mq-7 dengan Teknologi Wireless", *Jurnal Edisi*, Vol.10, No.2, (2016), h. 35.

Pencemaran lingkungan adalah masalah yang akan selalu dihadapi oleh sekumpulan masyarakat yang berada di suatu lingkungan tertentu. Pencemaran ini dapat berupa pencemaran udara, pencemaran air, dan pencemaran tanah.²³ Pencemaran yang dimaksud dalam penelitian ini ialah pencemaran air yang terdapat di sungai.

5. Praktikum

Praktikum adalah langkah pembelajaran yang bertujuan agar siswa memperoleh kesempatan untuk menguji dan melihat keadaan nyata dari teori. Praktikum bertujuan agar siswa menjadi lebih memahami teori yang diajarkan.²⁴ Praktikum merupakan metode pembelajaran yang direkomendasikan dalam pembelajaran sains karena memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan metode lain.

Kelebihan tersebut antara lain: pertama, mampu menumbuhkan kepercayaan peserta didik atas kebenaran atau kesimpulan melalui eksperimen yang dilakukannya daripada sekedar menerima penjelasan dari guru atau dari buku. Kedua, mampu mengembangkan sikap untuk mengadakan studi eksplorasi tentang sains dan teknologi. Ketiga, mampu menumbuhkan sikap-sikap ilmiah peserta didik seperti bersikap jujur, bekerja sama, kritis, terbuka dan bertoleransi. Keempat, memberikan pengalaman pada peserta didik. Kelima, mampu memperkaya

²³ Operi Arnop, Dkk., “Kajian Evaluasi Mutu Sungai Nelas dengan Metode Storet dan Indeks Pencemaran”, *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, Vol.8, No.1, (2019), h. 16.

²⁴ Elifia Z Endela, “Persepsi Siswa Terhadap Kegiatan Pratikum di Laboratorium Biologi SMA Negeri 2 Painan”, *Atrium Pendidikan Biologi*, Vol.1, No.2, (2017), h. 126.

kemampuan berfikir yang ilmiah. Keenam, hasil belajar akan tersimpan lebih lama di dalam diri peserta diri.²⁵

6. Limnologi

Limnologi adalah ilmu yang mempelajari perairan darat yang meliputi tentang perairan tergenang, perairan sungai, dan perairan tanah. Ilmuan limnologi mempelajari struktur fisika kimia dari perairan juga terbentuknya biologi dan hidrografi air, sebagaimana perairan tersebut adalah sebuah ekosistem.²⁶



²⁵ Eliyarti, Dkk., “Deskripsi Efektivitas Kegiatan Pratikum dalam Perkuliahan Kimia Dasar Mahasiswa Teknik”, *EduSains*, Vol.7, No.2, (2019), h. 52.

²⁶ Darti Satyani Lesmana, *Ensiklopedia Ikan Hias Air Tawar*, (Jakarta: Penebar Swadaya Grup, 2015), h. 274.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Pengertian Makrobentos

Bentos adalah organisme dasar perairan, baik berupa hewan maupun tumbuhan, hidup di permukaan dasar ataupun di dasar perairan. Bentos dapat digolongkan fitobentos berupa tumbuhan dan zoobentos yang berupa hewan. Berdasarkan ukurannya bentos terdiri atas makrobentos, mesobentos, dan mikrobentos. Makrobentos adalah organisme yang hidup didasar perairan dan tersaring oleh saringan yang berukuran 1,0 X 1,0 mm atau 2,0 X 2,0 mm, yang pada pertumbuhan dewasa berukuran 3-5 mm. Mesobentos merupakan organisme yang mempunyai ukuran 0,1-1,0 mm. Sedangkan mikrobentos adalah organisme di dasar yang berukuran antara 0,1-1,0 mm. Pengambilan bentos di perairan dimaksudkan sebagai organisme indikator kualitas perairan karena sifat bentos yang relatif diam atau memiliki mobilitas yang rendah sehingga banyak mendapat pengaruh dari lingkungan.²⁷

Hewan bentos yang relatif mudah diidentifikasi dan peka terhadap perubahan lingkungan perairan adalah jenis-jenis yang termasuk dalam kelompok makrozoobentos yang merupakan hewan yang sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya kelompok hewan tersebut dapat lebih mencerminkan adanya perubahan faktor-faktor lingkungan dari waktu ke waktu karena hewan bentos terus menerus terdedah oleh air yang kualitasnya berubah-ubah. Organisme

²⁷ Mirna Dwirastina, "Teknik Pengambilan Makrozoobentos di Daerah Pulau Payung, Sungai Musi, Sumatera Selatan", *BTL*, vol.7, no.2, (2009), h. 39.

bentos dapat digunakan sebagai indikator biologis dalam mempelajari ekosistem sungai.²⁸

Bentos hidup relatif menetap sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan karena selalu kontak dengan limbah yang masuk ke habitatnya. Kelompok hewan tersebut dapat lebih mencerminkan adanya perubahan faktor-faktor lingkungan dari waktu ke waktu karena hewan bentos terus menerus berada dalam air yang kualitasnya berubah-ubah. Bentos dapat bersifat toleran maupun bersifat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Organisme yang memiliki kisaran toleransi yang luas akan memiliki penyebaran yang luas juga. Sebaliknya organisme yang kisaran toleransinya sempit (sensitif), maka penyebarannya juga sempit. Bentos yang memiliki toleran lebih tinggi, tingkat kelangsungan hidupnya akan semakin tinggi. Oleh karena itu, tingkat pencemaran suatu perairan dapat dilihat dengan keanekaragaman dan kelimpahan zoobentos yang terdapat di wilayah tersebut.²⁹

B. Klasifikasi Makrobentos

1. Fitobentos

Fitobentos merupakan organisme bentos yang mempunyai sifat seperti tumbuhan. fitobentos hidup dengan cara menancap atau melekat di dasar perairan.³⁰

²⁸ Suci Iswanti, dkk., “Distribusi dan Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos di Sungai Damar Desa Weleri Kabupaten Kendal”, *Unnes Journal Of Life Science*, vol.1, No.2, (2012), h. 87.

²⁹ Ayu Eka Mekar Sari, dkk, Kualitas Perairan Estuari Porong Sidoarjo Jawa Timur Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos, *Lenterabio*, vol.2, no.1, (2013), h. 82.

³⁰ Ani Puranti, “Optimasi Kondisi Proses Pengambilan Asam Alginate dari Alga Coklat”, *Jurnal Teknologi Technoscientia*, Vol.5, No.2, (2013), h. 127.

Berdasarkan kepekaanya terhadap pencemaran karena bahan organik, bentos dikelompokkan kedalam tiga kelompok yaitu kelompok intoleransi, fakultatif, dan toleran. Organisme intoleran yaitu organisme yang tidak dapat tumbuh dan berkembang dalam kisaran kondisi lingkungan yang sempit dan jarang dijumpai perairan yang kaya akan organik.

Organisme fakultatif yaitu organisme yang dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang lebih besar bila dibandingkan dengan organisme intoleran. Organisme ini dapat bertahan hidup di perairan yang banyak bahan organik, namun tidak dapat mentoleransi tekanan lingkungan. Organisme toleran yaitu organisme yang dapat tumbuh dan berkembang dalam kondisi lingkungan yang luas yaitu organisme yang sering dijumpai di perairan yang berkualitas jelek. Pada umumnya organisme toleran tidak peka terhadap berbagai tekanan lingkungan dan kelimpahannya dapat bertambah di perairan yang tercemar oleh bahan organik.³¹

2. Zoobentos

Zoobentos merupakan hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan, baik yang sesil, merayap maupun menggali lubang. Zoobentos memegang beberapa peranan penting dalam perairan seperti dalam proses dekomposisi dan mineralisasi material organik yang memasuki perairan, serta menduduki beberapa tingkatan trofik dalam rantai makanan. Organisme yang bersifat bentonik dapat berupa cacing oligochaeta, nematode, dan turbellaria, gastropoda, bivalvia, crustacean dan larva insecta. Berdasarkan keberadaannya

³¹ Jailani, dkk., "Studi Biodiversiti Bentos di Krueng Daroy Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar", *Jurnal Rona Lingkungan Hidup*, Vol.5, No.1, (2012), h. 9.

dasar perairan, maka makrozoobentos yang hidupnya merayap dipermukaan dasar perairan disebut dengan epifauna, seperti crustacean dan larva serangga. Sedangkan makrozoobentos yang hidup pada substrat lunak didalam lumpur disebut dengan infauna, misalnya bivalvia dan polychaeta.³²

Dalam komunitas perairan zoobentos memegang peranan penting di perairan yang ditepatinya yaitu dalam proses pendaurulang material organik, menduduki beberapa tingkatan tropik dalam rantai makanan serta dapat digunakan untuk memantau perubahan kualitas air sungai.³³ Zoobentos juga dimanfaatkan sebagai bioindikator perairan, karena memiliki sifat yang sangat peka terhadap perubahan lingkungan perairan yang di tempatinya. Keberadaan zoobentos dapat dilihat dari substrat dasar perairan yang sangat menentukan perkembangan organisme tersebut. Sungai berarus deras substrat dasar berupa batu-batuan lebih sering ditemukan filum arthropoda dan molluska sedangkan substrat berpasir dan lumpur lebih sering dijumpai filum annelida dan moluska.³⁴

C. Keanekaragaman Makrobentos

Keanekaragaman hayati (Biodiversity Atau Biological Diversity) merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan bentuk kehidupan di bumi ini mulai dari organisme bersel tunggal sampai organisme tingkat tinggi.

³² Endri Junaidi, "Makrozoobentos sebagai Bioindikator Pencemaran Air Sungai Bending di Kota Palembang", *Prosiding Seminar Nasional Sains Matematika Informatika dan Aplikasinya IV*, Vol. 4, Buku 2, h. 12.

³³ Jailani, dkk., "Studi Biodiversity Bentos di Krueng Daroy Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar", *Jurnal Rona Lingkungan Hidup*, Vol. 5, No. 1, (2012), h. 10.

³⁴ Roni Koneri, dkk., "Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Uata", *Jurnal Ilmiah Sains*, Vol. 18, No. 2, (2018), h. 98.

Keragaman hayati mencakup keragaman habitat, keragaman spesies (jenis) dan keragaman genetik (variasi sifat dalam spesies). Masyarakat dimanapun berada merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari berbagai organisme lain yang ada pada habitat tersebut dan membentuk suatu sistem ekologi dengan ciri saling tergantung satu sama lain.³⁵ Indeks keanekaragaman merupakan salah satu indeks ekologi yang biasa digunakan dalam mengevaluasi kondisi di suatu ekosistem berdasarkan faktor biologi (organisme).³⁶

Indeks keanekaragaman (H') dapat diartikan sebagai suatu penggambaran secara sistematis yang melukiskan struktur komunitas dan dapat memudahkan proses analisa informasi-informasi mengenai macam dan jumlah organisme. Selain itu keanekaragaman dan keseragaman biota dalam suatu perairan sangat tergantung pada banyaknya spesies dalam komunitasnya. Semakin banyak jenis yang ditemukan maka keanekaragaman akan semakin besar, meskipun nilai ini sangat tergantung dari jumlah individu masing-masing jenis.³⁷

D. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kehidupan Makrobentos

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam pengaturan seluruh proses kehidupan dan penyebaran organisme, dan proses metabolisme terjadi hanya

³⁵ Thiur Dianti Siboro, "Manfaat Keanekaragaman Hayati Terhadap Lingkungan", *Jurnal Ilmiah Simantek*, Vol. 3, No. 1, (2019), h. 1.

³⁶ Ria Erika, dkk., Keanekaragaman Ikan di Perairan Sungai Linggang Kabupaten Belitung Timur", *Jurnal Sumber Daya Perairan*, Vol. 2, No. 1, (2017), h. 23.

³⁷ Insafitri, "Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi Bivalvia di Area Buangan Lumpur Lapindo Muara Sungai Porong", *Jurnal Kelautan*, Vol.3, No.1, (2010), h. 54.

dalam kisaran tertentu. Pada ekosistem perairan, suhu berpengaruh secara langsung pada laju proses fotosintesis dan proses fisiologi hewan (derajat metabolisme dan siklus reproduksi) seperti makrozoobentos yang selanjutnya berpengaruh pada pertumbuhannya.³⁸

2. Warna dan kekeruhan

Kekeruhan air merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas fisik air bersih. Air yang keruh merupakan salah satu petunjuk awal terjadinya pencemaran pada sumber perairan tersebut. Kekeruhan pada air menunjukkan adanya indikasi TDS dalam air yang tinggi. Semakin keruh perairan maka semakin tinggi nilai TDS dalam air. Akibatnya, kadar oksigen dalam air rendah karena cahaya matahari yang masuk ke dalam air terhalang oleh partikel-partikel tersebut. Rendahnya kadar oksigen menyebabkan proses fotosintesis tumbuhan dalam air menjadi terhambat, sehingga mengganggu kehidupan organisme didalam air.³⁹

3. Derajat keasaman (pH)

PH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Alat ukur keasaman pada air tersebut digunakan untuk mengukur kandungan pH atau kadar keasaman pada air mulai dari pH 0 sampai pH 14. Dimana pH normal memiliki memiliki nilai 6.5 hingga 7.5 sementara bila nilai PH < 6.5 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat

³⁸ Rachmi Afriani, "Inventarisasi Makrozoobentos sebagai Indikator Biologis Kondisi Perairan di Dusun Dawar Lama Kabupaten Bengkayang", *Edumedia*, Vol.1, No.1, (2017), h. 36.

³⁹ David Laksamana Caesar, "Analisis Kualitas Fisik Air Desa Cranggang Kecamatan Dawe Kabupaten Kudus", *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 5, No. 1, (2017), h. 32.

asam sedangkan nilai $\text{PH} > 7.5$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa. $\text{pH} 0$ menunjukkan derajat keasaman yang tinggi dan $\text{PH} 14$ menunjukkan derajat kebebasan tertinggi.⁴⁰

4. Substrat dasar

Substrat merupakan salah satu faktor ekologis utama yang mempengaruhi struktur komunitas bentos.⁴¹ Substrat dasar perairan memiliki peranan sebagai penyimpanan unsur hara (bahan organik) yang berasal dari perairan dan yang berasal dari daratan melalui berbagai proses. Bahan anorganik yang berada di substrat dimanfaatkan oleh mikrofauna sebagai pengurai menjadi bahan organik yang kemudian digunakan sebagai bahan makanan bagi organisme lain.⁴²

Substrat dasar perairan memiliki peranan sebagai penyimpanan unsur hara (bahan organik) yang berasal dari perairan dan berasal dari daratan melalui berbagai proses. Bahan anorganik yang berada di substrat dimanfaatkan oleh mikrofauna sebagai pengurai menjadi bahan organik yang kemudian digunakan sebagai bahan makanan bagi organisme lain.⁴³

5. Arus

⁴⁰ Zulfian Azmi, dkk., "Sistem Penghitung pH Air pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroler", *Jurnal Ilmiah Saintikom*, Vol. 5, No. 2, (2016), h. 102.

⁴¹ Yunitawati, dkk., "Hubungan Antara Karakteristik Substrat dengan Struktur Komunitas Makrozobentos di sungai Cantigi, Kabupaten Indramayu", *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol.3, No.3, (2012), h. 222.

⁴² Hidayanto Akbar, dkk., "Hubungan Tipe Dasar Perairan dengan Distribusi Ikan Demersal di Perairan Pangkajene Sulawesi Selatan", *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, Vol. 4, No. 1, (2013), h. 31.

⁴³ Hidayanto Akbar, dkk., "Hubungan Tipe Dasar Perairan dengan Distribusi Ikan...h.31

Arus adalah gerakan massa air yang arah gerakannya horizontal maupun vertikal. Arus sungai adalah gerakan massa air sungai yang arahnya searus dengan aliran sungai menuju hilir atau muara. Faktor yang mempengaruhi arus, yaitu tahanan dasar, gaya coriolis, perbedaan densitas.⁴⁴

Arus sangat mempengaruhi penyebaran makrozoobentos. Arus dapat secara langsung mempengaruhi pengelompokan makanan atau faktor lain yang membatasinya (suhu). Arus juga mempengaruhi lingkungan alami makrozoobentos, dengan demikian secara tidak langsung mempengaruhi kelimpahan makrozoobentos tertentu sebagai pembatas distribusi geografisnya. Arus dapat mempengaruhi migrasi makrozoobentos oleh angkutan pasif aliran air yang berperan sebagai suatu penjajakan migrasi arus balik.⁴⁵

E. Peranan Makrobentos

Bentos merupakan kelompok organisme yang hidup di dalam atau di permukaan sedimen dasar perairan. Bentos memiliki sifat kepekaan terhadap beberapa bahan pencemar, mobilitas yang rendah, mudah ditangkap dan memiliki kelangsungan hidup yang panjang. Oleh karena itu peran bentos dalam keseimbangan suatu ekosistem perairan dapat menjadi indikator kondisi ekologi terkini pada kawasan tertentu.⁴⁶

⁴⁴ Tri Agustini, dkk., "Simulasi Pola Sirkulasi Arus di Muara Kapuas Kalimantan Barat", *Prima Fisika*, Vol.1, No.1, (2013), h. 33.

⁴⁵ Rachmi Afriani, "Inventarisasi Makrozoobentos sebagai Indikator Biologis Kondisi Perairan di Dusun Dawar Lama Kabupaten Bengkayang", *Edumedia*, Vol. 1, No.1, (2017), h. 36.

⁴⁶ Ajeng Tri Purnami, dkk., "Study of Bentos Community Based on Diversity and Similarity Index Cengklik Dam Boyolali", *Jurnal EKOSAINS*, Vol.11, No.2, (2010), h 50.

Makrobentos merupakan salah satu biota yang juga digunakan sebagai parameter biologi untuk menentukan kondisi suatu perairan. Makrobentos merupakan organisme yang hidupnya menempati dasar perairan. Sebagai organisme yang hidup di perairan, hewan bentos sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya, sehingga akan berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahannya.⁴⁷

2.1 Tabel Jenis Makrozoobentos Sebagai Indikator Pencemaran Air

Tingkat Cemar		Jenis Makrozoobentos
1.	Tidak tercemar	<i>Tricoptera</i> (<i>sericosmatidae</i> , <i>lepidosmatidae</i> , <i>glossomatidae</i>), <i>planaria</i> .
2.	Tercemar ringan	<i>Plecoptera</i> (<i>perlidae</i> , <i>peleodidae</i>), <i>Ephemeroptera</i> (<i>leptophebiidae</i> , <i>psedocloeon</i> , <i>ecdyonuridae</i> , <i>caebidae</i>). <i>Trichoptera</i> (<i>hydropsyidae</i> , <i>psychomyidae</i>) <i>Odonata</i> (<i>gomphidae</i> , <i>plarynemmatidae</i> , <i>agriidae</i> , <i>aeshnidae</i>). <i>Coleopteran</i> (<i>elminthidae</i>)
3.	Tercemar sedang	<i>Molusca</i> (<i>pulmonata</i> , <i>bivalvia</i>) <i>Crustacean</i> (<i>gammaridae</i>) <i>Odonata</i> (<i>libellulidae</i> , <i>cordulidae</i>)
4.	Tercemar	<i>Hirudinae</i> (<i>glossiphonidae</i> , <i>hirudinae</i>) <i>Hemiptera</i>
5.	Tercemar berat	<i>Oligochaeta</i> (<i>ubificidae</i>) <i>Diptera</i> (<i>chironomus thummi-plumosus</i>) <i>Syrphidae</i>
6.	Sangat tercemar	Tidak terdapat makrobentos

Berdasarkan tabel diatas dapat kita ketahui bahwa makrozoobentos memiliki tingkat toleransi yang berbeda, adapun tingkat toleransi tersebut dapat

⁴⁷ Fuad Muhammad, "Makrobentos sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Tambak di Pantai Utara Jawa Tengah, *BIOMA*, Vol.19, No.2, (2017), h. 41.

digunakan sebagai tolak ukur kualitas suatu perairan.⁴⁸ Daya toleransi bentos terhadap pencemaran bahan organik dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu jenis intoleran, jenis fakultatif, dan jenis toleran. Jenis intoleran merupakan organisme yang tidak dapat beradaptasi bila kondisi perairan mengalami penurunan kualitas. Jenis fakultatif merupakan organisme yang dapat bertahan hidup di perairan yang banyak bahan organik, namun tidak dapat mentoleransi tekanan lingkungan. Jenis toleran merupakan organisme yang sering dijumpai di perairan yang berkualitas buruk.⁴⁹

F. Sungai Sawang Mane

Sungai merupakan ekosistem lotik yang memiliki peran secara biologis, ekologis maupun ekonomis sangat penting bagi manusia. Air sungai digunakan sebagai bahan baku air minum, mencuci, irigasi, perikanan, peternakan, pembangkitan listrik dan pemenuhan kebutuhan lainnya. Masyarakat memanfaatkan keberadaan sungai sebagai alat transportasi, olah raga, mencari ikan dan berburu biota. Air sungai menjadi tempat hidup bagi ikan, udang dan biota lain yang sangat dibutuhkan manusia sebagai sumber protein.⁵⁰

Sungai sebagai perairan ekosistem terbuka yang sering juga disebut sebagai perairan umum sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya. Perubahan kondisi

⁴⁸ Wardhana W , “Analisis Mengenai Dampak Lingkungan,” Jakarta : Ppsml Ui, 2006, h.104

⁴⁹ Yulihatul Meisaroh, Dkk, “Struktur Komunitas Makrobentos Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Dipantai Serangan Provinsi Bali, “*Journal Of Marine And Sciencences*, Vol.5, No.1, (2019), No.37

⁵⁰ Djumanto, dkk., “Indek Biotik Family sebagai Indikator Kualitas Air Sungai Gajahwong Yogyakarta”, *Jurnal Perikanan*, Vol.15, No.1, (2013), h. 27.

kualitas air pada aliran sungai merupakan dampak dari buangan dari penggunaan lahan yang ada. Perubahan pola pemanfaatan lahan pertanian, tegalan dan pemukiman serta meningkatnya aktivitas industri akan memberikan dampak terhadap kondisi hidrologis dalam suatu daerah aliran sungai. Selain itu, berbagai aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang berasal dari kegiatan industri, rumah tangga dan pertanian akan menghasilkan limbah yang memberi sumbangan pada penurunan kualitas air sungai.⁵¹

Sungai sawang mane adalah salah satu sungai yang terdapat di Kabupaten Nagan Raya, sungai ini terletak dibagian sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Gayo Lues. Air sungai Sawang Mane mengalir dari bagian hulu sungai didaerah Kecamatan Beutong ateu melewati Kecamatan seunagan timur dan bermuara ke Kecamatan Kuala Pesisir. Kawasan Sungai Sawang Mane mempunyai peran biologis yang sangat penting terhadap keperluan masyarakat setempat dan sebagai habitat organisme akuatik yang keberadaannya sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitar.⁵²

G. Makrobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran

Pengukuran parameter fisiska dan kimia hanya dapat menggambarkan kualitas lingkungan pada waktu tertentu. Indikator biologi dapat memantau secara kontinyu dan merupakan petunjuk yang mudah untuk memantau terjadinya pencemaran. Keberadaan organisme perairan dapat digunakan sebagai indikator

⁵¹ Sri Unon Purwati, "Karakteristik Bioindikator Cisadane : Kajian Pemanfaatan Makrobentik untuk Menilai Kualitas Sungai Cisadane", *Ecolab*, Vol.9, No.2, (2015), h. 48.

⁵² Hasil observasi di sungai sawang mane kecamatan seunagan timur kabupaten nagan raya, 09 Februari 2020

terhadap pencemaran air selain indikator kimia dan fisika. Organisme perairan dapat digunakan sebagai indikator pencemaran karena habitat, mobilitas, dan umurnya relatif lama mendiami suatu wilayah perairan.⁵³

Kualitas kehidupan di dalam air sangat dipengaruhi oleh kualitas perairan sebagai media hidup organisme. Makin buruk kualitas suatu perairan, makin buruk pula kualitas kehidupan di dalam perairan tersebut. Hubungan keanekaragaman dengan kualitas air sangat dipengaruhi oleh tingkat banyaknya organisme makrobentos yang didapatkan. Ini berarti bahwa komunitas organisme di perairan tidak tercemar berbeda dengan di perairan tercemar. Untuk mengetahui dapat digunakan indikator biologis. Terdapat beberapa kelompok organisme yang dapat digunakan sebagai indikator pencemaran perairan salah satunya adalah makrobentos.⁵⁴

H. Modul Praktikum

Modul merupakan media cetak tertulis yang dapat disiapkan oleh pengajar untuk menuntun mahasiswa memahami materi pelajaran, dan meningkatkan motivasi mahasiswa dalam belajar. Hal ini terjadi karena modul memiliki beberapa keunggulan. Ada beberapa keunggulan modul, diantaranya mahasiswa dapat mengikuti urutan pikiran secara logis, memperlancar pemahaman informasi yang disampaikan dan mudah terdistribusi. Modul dapat membantu proses pembelajaran,

⁵³ As Awwaluddin, dkk., "Koefisiensi Saprobik Planton di Perairan Embung Universitas Negeri Semarang", *Jurnal MIPA*, Vol.1, No.2, (2015), h. 116.

⁵⁴ Rifgah Marmita, "Makrobentos sebagai indikator biologis dalam menentukan kualitas air sungai Ranoyapo, Minahasa Selatan, Sulawesi Utara", *Jurnal Ilmiah Sains*, Vol. 13, No. 1, (2013), h. 59.

sehingga bisa digunakan pengajar untuk membantu mahasiswa mencapai tujuan pembelajaran.⁵⁵

Praktikum merupakan kegiatan pembelajaran yang bertujuan agar siswa mendapat kesempatan untuk menguji dan mengaplikasikan teori dengan menggunakan fasilitas laboratorium maupun diluar laboratorium. Pratikum dalam pembelajaran biologi merupakan metode yang efektif untuk mencapai tujuan pembelajaran. Menurut permendiknas no.21 tahun 2016 beberapa kompetensi yang harus dicapai siswa dalam pelajaran biologi yaitu menerapkan proses kerja ilmiah dan keselamatan kerja di laboratorium biologi dalam pengamatan dan percobaan untuk memahami permasalahan biologi pada berbagai objek, mengkomunikasikan hasil pengamatan dan percobaan secara lisan maupun tulisan, menyajikan data berbagai objek berdasarkan pengamatan dan pecobaan dengan menerapkan prosedur ilmiah.⁵⁶

I. Penelitian Relevan

Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan oleh Purwanto bahwa makrobentos yang terdapat di daerah telaga maya diperoleh keragaman tertinggi sebesar $H'=2,12$, dan terendah pada daerah sekitar muara sungai ekspo yaitu sebesar $H'=1,66$. Secara keseluruhan keragaman makrobentos yang ditemukan pada ke tiga stasiun berada pada katagori sedang. Kepadatan populasi tertinggi

⁵⁵ Zulpadrianto, dkk., “Pengembangan Modul Praktikum Bernuansa Kontekstual pada Materi Eksperiman Fisika di Stkip Pgrri Sumaetra Barat”, *Jurnal Riset Fisika Edukasi dan Sains*, Vol.1, No.2, (2015), h. 72.

⁵⁶ Yeni Suryaningsih, “Pembelajaran Berbasis Praktikum sebagai Sarana Siswa untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains dalam Materi Biologi”, *Jurnal Bio Education*, Vol.2, No.2, (2017), h. .201.

adalah *Pilsbryconcha Exilis* sebesar 9,26 ind/m² di daerah sekitar muara sungai jembatan dua dan kepadatan populasi terendah adalah *Melanoides Tuberculata* sebesar 0,93 ind/m². Kualitas perairan danau sentani berdasarkan indeks keragaman (H') dan indeks pencemaran, termasuk pada katagori tercemar ringan/sedang.⁵⁷

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rina Budi Satiyarti bahwa keragaman dan kelimpahan makrobentos dari 4 stasiun mempunyai kelimpahan yang berbeda-beda. Dari setiap stasiun terdapat makrobentos dari famili *pleurocerida*, *thiaridae*, dan *lumbricidae*. Dari hasil uji indeks keanekaragaman menggunakan indeks keanekaragaman shanon-wiener dapat disimpulkan bahwa tingkat keanekaragaman makrobentos yang terdapat pada ekosistem perairan sungai way belau termasuk katagori rendah. Tingkat pencemaran yang terjadi sungai way belau berdasarkan indikator fisika, kimia dan bioindikator termasuk ke dalam katagori tercemar sedang.⁵⁸

⁵⁷ Purwanto, dkk., "Studi Kualitas Perairan Danau Sentani Menggunakan Bioindikator Makrobentos", *Jurnal Biologi Papua*, Vol.5, No.2, (2013), h.58

⁵⁸ Rina budi satiyarti, dkk., "Makrobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Way Belau Bandar Lampung", *Majalah Teknologi Agro Industry*, Vol .9, No. 2, (2017), h. 5.

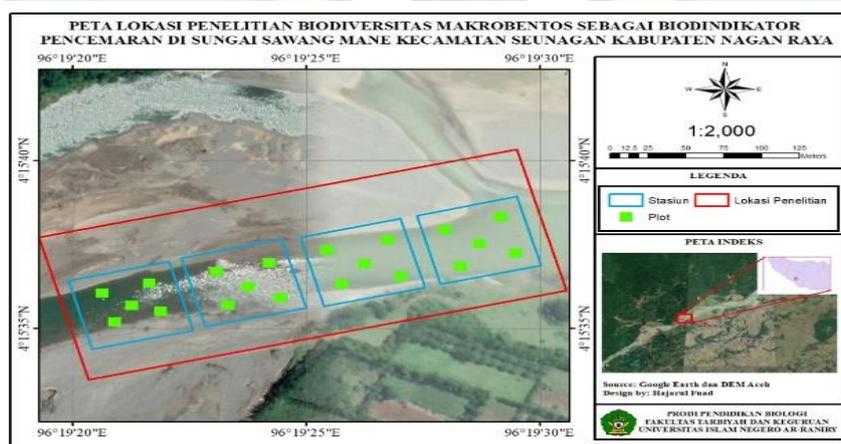
BAB III METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *survey eksploratif* dengan cara melakukan pengamatan langsung (observasi) pada lokasi. Penentuan stasiun pengamatan dilakukan secara *purposive sampling* (Cuplikan lansung) berdasarkan kriteria-kriteria tertentu.⁵⁹ Pengambilan sampel dilakukan secara *destructive sampling* (merusak tempat tinggal) pada lokasi penelitian.

B. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kawasan Sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya. Pengambilan data penelitian ini dilakukan dari tanggal 1 s/d 10 Oktober 2020. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

⁵⁹ Raudhah Mukhsin, dkk., "Pengaruh Orientasi Ke Wirausahaan Terhadap Daya Tahan Hidup Usaha Mikro Kecil dan Menengah Kelompok Pengolahan Hasil Perikanan di Kota Makassar", *Jurnal Analisis*, Vol. 6, No. 2, (2017), h. 189.

C. Populasi Dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh makrobentos yang terdapat diperairan sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya. Sampel dalam penelitian ini adalah semua makrobentos yang terdapat pada masing-masing plot pengamatan dikawasan perairan sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya.

D. Alat Dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Penelitian

No.	Alat dan bahan	Fungsi
1.	Plot ukuran 1x1 m	Untuk membuat plot untuk mengambil sampel
2.	Secchi disk	Untuk mengukur kedalaman dan kecerahan
3.	Spidol permanen	Untuk penanda kantong sampel
4.	Alat tulis	Untuk mencatat hal hal yang di perlukan dalam penelitian
5.	Ayakan bertingkat	Untuk Menyaring substrat makrobentos
6.	Camera digital	Untuk Dokumentasi gambar yang didapat
7.	Toples	Untuk Menyimpan preparat
8.	Alkohol 70 %	Untuk Mengawetkan sampel
9.	Refraktometer	Untuk Mengukur kadar salinitas
10.	pH meter Air	Untuk Mengukur kadar keasaman atau kadar air
11.	Termometer	Untuk Mengukur suhu udara

E. Prosedur Penelitian

1. Penentuan stasiun penelitian

Penentuan stasiun dilakukan secara *purposive sampling* (Cuplikan langsung) berdasarkan adanya biota yang diteliti, mudah dalam pengambilan sampel, dangkal tidaknya air ditempat tersebut.

2. Penentuan Plot

Penentuan titik sampling atau plot dalam penelitian ini dilakukan dengan pengamatan langsung kelokasi penelitian (survey), Penelitian ini terdiri dari 4 stasiun dengan masing-masing stasiun ditentukan 5 plot dengan ukuran 1 x 1 meter. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *destructive sampling* (merusak tempat tinggal).

2. Pengumpulan Data Makrobentos

Pengambilan sampel makrobentos yang terdapat diperairan sawang mane akan dilakukan selama 1 minggu, dengan waktu pagi hingga selesai. Selanjutnya sampel yang diperoleh dari masing-masing plot akan diayak menggunakan ayakan betingkat hingga bersih dan dimasukkan kedalam toples yang sudah dimasukkan alcohol 70 %.

3. Pengukuran fisika dan kimia

- a. Suhu diukur dengan menggunakan Termometer
- b. Kadar keasaman diukur dengan menggunakan Ph meter
- c. kadar salinitas diukur dengan menggunakan refraktometer

4. Sampel yang telah diperoleh akan diidentifikasi dilaboratorium biologi uin ar-raniry dengan menggunakan buku identifikasi makrobentos, internet dan sumber-sumber yang lainnya.

F. Parameter Penelitian

Parameter yang dihitung dalam penelitian ini adalah jenis, jumlah keanekaragaman jenis, salinitas air, pH air, dan suhu air di kawasan perairan Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya.

G. Analisis Data

Analisis data biodiversitas Makrobentos pada penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Analisis kualitatif dilakukan dengan cara mengidentifikasi jenis spesies, yang akan ditampilkan dalam bentuk gambar dengan mencantumkan klasifikasi dan deskripsikan masing-masing spesies yang diperoleh dan data kualitas air di Kawasan penelitian. Analisis kuantitatif digunakan untuk mengetahui keanekaragaman makrobentos dengan menggunakan rumus indek keanekaragaman Shannon-Winner. Adapun indek tersebut adalah sebagai berikut :

$$H' = - \sum P_i \text{Log } P_i$$

$$P_i = \frac{S \text{ (Jumlah individu dalam suatu spesies)}}{N \text{ (Jumlah total individu dalam sampel)}}$$

Keterangan :

H' = Indeks keanekaragaman

S = Jumlah individu dalam suatu spesies

P_i = Proporsi setiap sampel dari total sampel.⁶⁰

Berdasarkan perhitungan indek keragaman maka dilakukan klasifikasi keanekaragaman spesies menurut Wilhm dengan karakteristik sebagai berikut :

- a. Jika $H' < 1$ = Keanekaragaman spesies rendah, penyebaran jumlah individu tiap spesies rendah, dan kestabilan ekosistem rendah.

⁶⁰ Melati Ferianita Fachrul, *Metode Sampling Bioekologi*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2007), h.109.

- b. Jika $1 < H' \leq 3$ = Keanekaragaman spesies sedang, dan kestabilan ekosistem sedang
- c. Jika $H' > 3$ = Keanekaragaman spesies tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies tinggi, dan kestabilan ekosistem tinggi.⁶¹



⁶¹ Abd Rauf, “Studi Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Perairan Sungai Toaya Kecamatan Sindue Kabupaten Donggala”, *Jurnal Kreatif Online*, Vol.7, No. 2, (2016), h.121

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Jenis Makrobentos di Kawasan Sungai Sawang Mane Kabupaten Naga Raya

Hasil penelitian tentang Keanekaragaman Makrobentos di Kawasan Sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya hasil yang diperoleh jenis Makrobentos tertera pada tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1 Jenis Makrobentos di Kawasan Sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya

No	Nama Spesies	Famili	Σ
1	<i>Thiara scabra</i>	Cerithioidea	5
2	<i>Thiara pantherina</i>		3
3	<i>Thiara rufis</i>		4
4	<i>Corbicula javanica</i>	Corbiculidae	5
5	<i>Cheumatopsyche</i> sp.	Hydropsychidae	9
6	<i>Lymnaea rubiginosa</i>	Lymnaeidae	1
7	<i>Brotia testudinaria</i>	Pachychilidae	6
8	<i>Gyraulus convexiusculus</i>	Planorbidae	3
9	<i>Pomacea canaliculata</i>	Pomaceidae	4
10	<i>Tarebia granifera</i>	Thiaridae	2
11	<i>Melanoides torulosa</i>		2
12	<i>Melanoides punctate</i>		2
13	<i>Melanoides granifera</i>		2
14	<i>Anodonta woodiana</i>	Unionidae	12
Jumlah Total			60

Berdasarkan tabel 4.1 dapat diketahui bahwa terdapat 14 jenis Makrobentos dari 9 Famili dengan jumlah total 60 individu. Adapun jenis yang paling banyak dijumpai yaitu *Anodonta woodiana* dengan jumlah 12 individu. Sedangkan jenis yang paling sedikit ditemukan yaitu *Lymnaea rubiginosa* dengan jumlah 1 individu.

Adapun deskripsi dan klasifikasi jenis makrobentos yang terdapat di kawasan sungai Sawang Mane Kabupaten Naga Raya adalah sebagai berikut:

a. *Cheumatopsyche* sp.

Cheumatopsyche sp. merupakan hewan yang berhabitat di sungai dengan keadaan air yang keruh dan jenis substrat dasarnya berbatuan. *Cheumatopsyche* sp. yang memiliki ekor berserabut, tubuhnya memiliki segmen dan memiliki rambut halus, hewan ini juga memiliki 3 pasang kaki sebagai benthik.



Gambar 4.1 *Cheumatopsyche* sp.
(a) foto hasil penelitian (b) foto pembandingan⁶²

Sistematika dan klasifikasi dari *Cheumatopsyche* sp. adalah:

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insecta
 Ordo : Trichoptera
 Family : Hydropsychidae
 Genus : *Cheumatopsyche*
 Spesies : *Cheumatopsyche* sp.

⁶²Lila Ris Purdianingrum, dkk, Struktur Komunitas Larva Trichopteradi Sungai Garang Semarang, *Jurnal Biologi*, Vol.2, No.4, (2013), hal.3

b. *Tarebia granifera*

Kerang (*Tarebia granifera*) merupakan hewan yang memiliki ciri ciri bentuk tubuhnya seperti kerucut sedangkan warna terdiri dari warna tubuh yang coklat pucat dan puncak menara berwarna gelap. *Tarebia granifera* dewasa miliki ukuran mulai dari 1,8 cm sampai dengan 3 cm. Tipe apeks tumpul dengan lekuk sifon lebar dan tumpul. *Tarebia granifera* spesies yang makanannya berupa alga, diatom, dan detritus yang ada disekelilingnya. Habitat dari spesies ini ditemukan di sungai (termasuk daerah pasang surut, meskipun tidak mentolerir tingkat tinggi salinitas) dan danau, dan berbagai habitat antropogenik termasuk kolam renang, dan kanal.



Gambar 4.2 *Tarebia granifera*
(a) foto penelitian (b) foto pembandingan⁶³

Sistematika dan klasifikasi dari *Tarebia granifera* adalah:

Kingdom : Animalia
Phylum : Mollusca
Class : Gastropoda
Ordo : Caenogastropoda
Family : Thiaridae
Genus : *Tarebia*
Spesies : *Tarebia granifera*

c. *Thiara scabra*

⁶³Ristiyanti M Marwoto, dkk, Tinjauan Keanekaragaman Moluska Air Tawar Dibeberapa Situ Didas Ciliwung-Cisadane, *Berita Bioloti*, Vol.13, No.2, (2014), hal.187

Thiara scabra spesies ini memiliki panjang tubuh berkisaran antara 1-2 cm, memiliki warna yang menarik dan terdapat bercak coklat dibagian luar cangkang, bagian pakes yang runcing, bagian ulir terdapat duri, dan lekuk sifon yang runcing. Habitat hewan ini ialah diperairan tawar tergenang ataupun mengalir, dengan substrat berlumpur atau berpasir.



Gambar 4.4 *Thiara scabra*
(a) foto hasil penelitian (b) foto perbandingan⁶⁴

Sistematika dan klasifikasi dari *Thiara scabra* adalah:

Kingdom : Animalia
Phylum : Mollusca
Class : Gastropoda
Ordo : Caenogastropoda
Family : Cerithioidea
Genus : *Thiara*
Spesies : *Thiara scabra*

d. *Thiara pantherina*

Spesies *Thiara pantherina* ini memiliki panjang tubuhnya berkisar antara 1-3 cm, tipe cangkang memanjang dengan bagian ulir utama agak membesar,

⁶⁴ Isnaningsing, Dkk, Keong Dan Kerang Dari Sungaidi Kawasan Karst Gunung Kidul, *Zoo Indonesia*, Vol.20, No.1, (2010), hal.186

cangkang berwarna coklat kehitaman dengan bercak-bercak corak pada permukaan cangkang, permukaan cangkang membentuk garis-garis horisontal melingkar.



Gambar 4.5 *Thiara pantherine*
(a) foto hasil penelitian (b) foto perbandingan⁶⁵

Sistematika dan klasifikasi dari *Thiara scabra* adalah:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Mollusca
Class	: Gastropoda
Ordo	: Caenogastropoda
Family	: Cerithioidea
Genus	: <i>Thiara</i>
Spesies	: <i>Thiara pantherine</i>

e. *Melanooides torulosa*

Melanooides torulosa spesies hewan yang memiliki tubuh panjang yang berukuran sekitar sekitar 15-28 mm dan lebar sekitar 4-10 mm cangkang memanjang dengan bagian ulir utama agak membesar, cangkang utama memiliki warna coklat terang, permukaan cangkang bergelombang membentuk garis-garis vertikal, memiliki apeks runcing dengan lekuk sifon lebar dan tumpul. Biasa ditemukan pada perairan tawar, sementara dijelaskan juga bahwa *Melanooides*

⁶⁵ Isnaningsing, Dkk, Keong Dan Kerang Dari Sungaidi Kawasan Karst Gunung Kidul, *Zoo Indonesia*, Vol.20, No.1, (2010), hal.187

torulosa berkembang biak cukup baik pada di habitat air tawar yang mengalir cukup deras, dan dominan di temukan di danau. *Melanooides torulosa* termasuk spesies yang hidup di perairan tergenang dan mengalir dan terdapat pada dasar yang berlumpur dan sampai kedalaman 1400 m dpl. Tersebar di Eropa Selatan, Afrika, Asia, Australia, Myanmar dan Pasifik Barat.⁶⁶



(a) (b)

Gambar 4.6 *Melanooides torulosa*

(a) foto hasil penelitian (b) foto perbandingan⁶⁷

Sistematika dan klasifikasi dari *Melanooides torulosa* adalah:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Moluska
Ordo	: Sorbeoconcha
Class	: Gastropoda
Family	: Thiaridae
Genus	: <i>Melanooides</i>
Spesies	: <i>Melanooides torulosa</i>

f. *Lymnaea rubiginosa*

⁶⁶Rivo Yulse Viza, Eksplorasi Dan Visualisasi Morfologis Jenis Moluska (Gastropoda Dan Bivalvia) Di Sungai Batang Merangin, *Jurnal Pendidikan Biologi Dan Biosains*, Vol. 1 No. 1, Juni 2018. hal.6.

⁶⁷Mohamad Basit, dkk, Pola Distribusi Keong Air Tawar *Melanooides Tuberculata* Di Danau Lindu Sigi Sulawesi Tengah, *Journal Of Science And Technology*, Vol.8, No.3, (2019), hal.202

Lymnaea rubiginosa yang pada umumnya berukuran hampir sama dengan siput *Lymnaea stagnalis*, sehingga persaingannya tidak seketat di kolam. Ketersediaan sumber makanan bagi siput *Lymnaea rubiginosa* di sawah sangat berkaitan dengan kegiatan pertanian, terutama masa pertumbuhan padi yang kemudian mempengaruhi fluktuasi populasi siput tersebut.⁶⁸



Gambar 4.7 *Lymnaea rubiginosa*
(a) foto hasil penelitian (b) foto perbandingan⁶⁹

Sistematika dan klasifikasi dari *Lymnaea rubiginosa* adalah:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Mollusca
Class	: Gastropoda
Ordo	: Caenogastropoda
Family	: Lymnaeidae
Genus	: <i>Lymnaea</i>
Spesies	: <i>Lymnaea rubiginosa</i>

g. *Thiara rufis*

⁶⁸S.Widjajanti, "Estimasi Populasi Siput *Lymnaea Rubiginosa* Dan Siput Air Tawarlainnya Di Sawah Dan Kolamdi Bogor, Jawa Barat", *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, Vol. 3 No. 1, (1998), h. 126.

⁶⁹ Vivin Alfiana Yulia Pratami, dkk, "Keanekaragaman zonasi serta overlay persebaran bentos di Sungai Keyang, Ponorogo, Jawa Timur Biodiversity, zonation, and spread overlay of benthos in Keyang River, Ponorogo, East Java", *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, , Vol. 19, No. 4, (2014), h. 129

Spesies ini memiliki panjang berkisar antara 1-2 cm, tipe cangkang agak bundar dengan bagian ulir terdapat garis berwarna hitam, cangkang berwarna coklat dengan corak bintik-bintik pada permukaan cangkang, memiliki apeks tumpul dengan lekuk sifon lebar dan tumpul.



Gambar 4.8 *Thiara rufis*
(a) foto hasil penelitian (b) foto perbandingan⁷⁰

Sistematika dan klasifikasi dari *Thiara rufis* adalah:

Kingdom : Animalia
Phylum : Mollusca
Class : Gastropoda
Ordo : Caenogastropoda
Family : Cerithioidea
Genus : *Thiara*
Spesies : *Thiara rufis*

h. *Gyraulus convexiusculus*

Spesies *Gyraulus convexiusculus* ini memiliki panjang berkisar antara 1-2 cm, tipe cangkang membentuk lingkaran dengan apeks berada di tengah cangkang

⁷⁰Agoes, dkk, "Karakteristik Asam Amino dan Jaringan Daging Ikan Barakuda (*Sphyraena Borealis*)", *Jurnal Prosiding Nasional Ikan*, Vol. 1, No. 8, hal.82

dan cangkang berbentuk bundar, memiliki celah mulut lebar dan cangkang berwarna coklat putih.



(a)

(b)

Gambar 4.9 *Gyraulus convexiusculus*

(a) foto hasil penelitian (b) foto perbandingan⁷¹

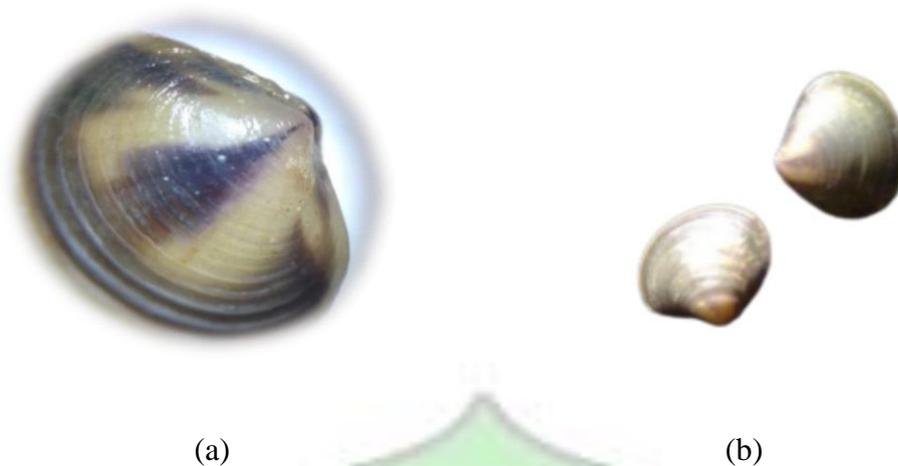
Sistematika dan klasifikasi dari *Gyraulus convexiusculus* adalah:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Mollusca
Class	: Gastropoda
Ordo	: Convexiusculus
Family	: Planorbidae
Genus	: <i>Gyraulus</i>
Spesies	: <i>Gyraulus convexiusculus</i>

i. *Corbicula javanica*

Spesies *Corbicula javanica* merupakan jenis kerang yang memiliki cangkang yang kuat dan bentuk simetris, bentuk cangkang pipih. Cangkang luar berwarna abu-abu kecoklatan. Lebar cangkang dapat mencapai 3 cm. Remis hidup dengan cara membenamkan diri dalam substrat.

⁷¹Gerry Allen, *Marine Fishes of South-East Asia*, (Indonesia: PT java Books Indonesia, 1999), h. 96.



Gambar 4.10 *Corbicula javanica*
(a) foto hasil penelitian (b) foto perbandingan⁷²

Sistematikan dan klasifikasi dari *Corbicula javanica* adalah:

Kingdom : Animalia
Phylum : Molusca
Class : Bivalvia
Ordo : Veneroida
Family : Corbiculidae
Genus : *Corbicula*
Spesies : *Corbicula javanica*

j. *Melanoides punctata*

Spesies ini memiliki panjang berkisar antara 1-2 cm, tipe cangkang memanjang dengan bagian ulir utama agak membesar, cangkang memiliki warna putih dengan bercak-bercak berwarna coklat, permukaan ulir utama cangkang membentuk garis-garis horizontal, memiliki apeks meruncing dengan lekuk sifon lebar dan tumpul.

⁷² Gerry Allen, *Marine Fishes of South-East Asia*, (Indonesia: PT Java Books Indonesia, 1999), h. 74



(a)



(b)

Gambar 4.11 *Melanoides punctata*
(a) foto penelitian (b) foto perbandingan⁷³

Sistematika dan klasifikasi dari *Melanoides punctata* adalah:

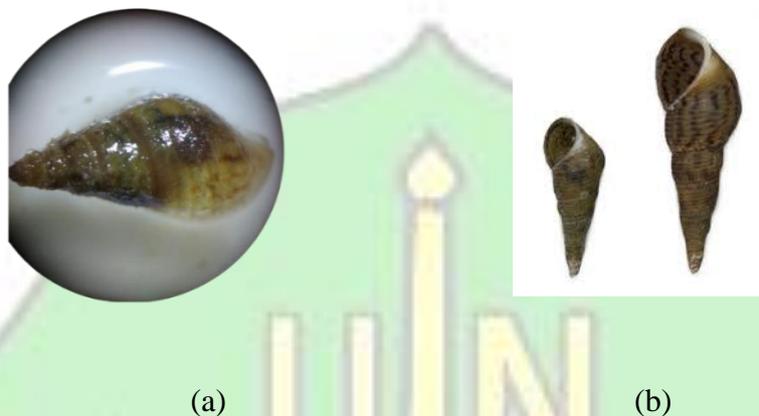
Kingdom : Animalia
Phylum : Mollusca
Class : Gastropoda
Ordo : Sorbeoconcha
Family : Thiariidae
Genus : *Melanoides*
Spesies : *Melanoides punctata*

k. *Melanoides granifera*

Spesies ini memiliki panjang berkisar antara 1-2 cm, tipe cangkang memanjang dengan bagian ulir utama membesar, permukaan cangkang bergelombang membentuk garis-garis horizontal yang terputus-putus, memiliki apeks runcing dengan lekuk sifon sempit dan runcing. *Melanoides granifera* yang ditemukan di Sungai Kampar Kelurahan Air Tiris umumnya memiliki ciri yaitu panjang cangkang berkisar 9-20 mm dengan lebar 3-7 mm. Cangkang keras,

⁷³Robiyatul Ferisandi, dkk, Keanekaragaman Jenis Gastropoda Di Sungai Jangkok Kota Mataram Sebagai Dasar Penyusun Petunjuk Praktikum Ekologi, *Jurnal Ilmiah Biologi*, Vol.6, No.1, (2018), hal.6

memanjang dengan bagian ulir utama membesar, panjang dan ramping. Cangkang berwarna coklat, terdapat 1-3 ulir yang permukaan cangkangnya memiliki bintik-bintik kasar yang tersusun teratur, operculum bundar berwarna coklat-kehitaman. Melihat ciri morfologi organisme gastropoda tersebut maka organisme ini merupakan *Melanooides granifera*.⁷⁴



Gambar 4.12 *Melanooides granifera*
(a) foto penelitian (b) foto perbandingan⁷⁵

Sistematika dan klasifikasi dari *Melanooides granifera* adalah:

Kingdom : Animalia
Phylum : Mollusca
Class : Gastropoda
Ordo : Sorbeoconcha
Family : Thiaridae
Genus : *Melanooides*
Spesies : *Melanooides granifera*

1. *Anodonta woodiana*

⁷⁴ Gustika Yuli Yendri, dkk., “Kelimpahan Gastropoda Di Sungai Kampar Kanan Kelurahan Air Tiris Kecamatan Kampar, *Student Of The Fisheries And Marine Sciences Faculty*”, Riau University, (2016), hal.95

⁷⁵Ni Made Suartini, dkk, Famili Thiaridae Pada Habitat Kolam Di Wilayah Kecamatan Selat, Kabupaten Kerangasem Bali, *Seminar Nasional Sainstek*, Vol.1, No.2, (2017), hal.21

Spesies *Anodonta woodiana* merupakan spesies yang berasal dari kelas Bivalvia dari familia Unionidae. Spesies ini ditemukan pada semua stasiun pengamatan. Habitatnya berada di bawah pasir serta lebih sering membenamkan diri di dalam lumpur.

Spesies ini berbentuk seperti biji mangga. Cangkang terdiri dari 2 lipatan, cangkang dari *Anodonta woodiana* yaitu kasar serta memiliki garis pertumbuhan, ukuran sekitar 1-3 cm dan tersebar di Sumatera. 125 Kijing taiwan berbentuk simetri bilateral yang terdiri dari 2 keping cangkang yang cembung dan memiliki engsel dan banyak mengandung zat kapur.⁷⁶



(a)



(b)

Gambar 4.13 *Anodonta woodiana*(a) foto penelitian (b) foto perbandingan⁷⁷Sistematika dan klasifikasi dari *Anodonta woodiana* adalah:

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Mollusca
Class	: Bivalvia
Ordo	: Eulamellibranchia
Family	: Unionidae
Genus	: <i>Anodonta</i>
Spesies	: <i>Anodonta woodiana</i>

⁷⁶ Listiya Gita Lesmana, dkk, "Pengamatan Jaringan Lambung Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana* Lea) yang terdedah Pestisida Diazinon 60 EC pada Beberapa Konsentrasi", *Jurnal Exp Life Sci*, Vol.3, No.2, 2013, h. 39

⁷⁷ Gerry Allen, *Marine Fishes of South-East Asia*, (Indonesia: PT java Books Indonesia, 1999), h. 44.

⁷⁷ Firman yanuardi, Dkk, "Kepadatan dan Distribusi Karang Kijing (*Anodonta woodiana*) di Sekitar Inlet dan Outlet Perairan Rawapening", *Diponegoro Journal Of Maquares*, Vol.4, No.2, 2015, h. 42

m. *Brotia testudinaria*

Spesies ini memiliki panjang berkisar antara 3-4 cm, tipe cangkang memanjang, bagian ulir utama membesar, memiliki apeks runcing, cangkang berwarna hitam dan halus, memiliki lekuk sifon yang agak lebar dan tumpul. *Brotia testudinaria* termasuk dalam Famili Pachychilidae dan Genus *Brotia*. Keong ini memiliki bentuk yang seperti kerucut memanjang dan tidak transparan.⁷⁸ Puncak cangkang tumpul, ujung cangkang oval, jumlah seluk 4-8, permukaan cangkang halus dan licin dan seluk akhir besar.



Gambar 4.14 *Brotia testudinaria*
(a) foto penelitian (b) foto perbandingan⁷⁹

Sistematika dan klasifikasi dari *Brotia testudinaria* adalah:

Kingdom : Animalia
Phylum : Mollusca
Class : Gastropoda
Ordo : Sorbeoconcha
Family : Pachychilidae

⁷⁸Siti Rahayu, dkk., “Kelimpahan Dan Keanekaragaman Makrozoobentos Di Beberapa Anak Sungai Batang Lubuh Kecamatan Rambah Kabupaten Rokan Hulu”, *Jom Fmipa*, Vol, 2 No. 1, Februari 2015. Hal. 197

⁷⁹Adip setiawan, Morfometrik dan Genetika pada Ikan (*Pterocaesio tile*), *Jurnal Kelautan*, Vol. 13, No. 2, (2020), hal. 90

Genus : *Brotia*
 Spesies : *Brotia testudinaria*

n. *Pomacea canaliculata*

Cangkang dari spesies *Pomacea canaliculata* memiliki warna kuning keemasan sampai orange, lebih tipis dengan ukuran 0,3-0,5 mm individu dengan bentuk cangkang agak lonjong dan lebih kecil dengan panjang cangkang 1-2 cm, diameter cangkang 2-4 cm. *Pomacea canaliculata* memiliki daur hidup yang lebih singkat yaitu memerlukan 2,5 bulan sampai dengan 3 bulan tergantung habitatnya.⁸⁰



(a)



(b)

Gambar 4.15 *Pomacea canaliculata*
 (a) foto hasil penelitian (b) foto perbandingan⁸¹

Klasifikasi *Pomacea canaliculata*

Kingdom : Animalia
 Phylum : Mollusca
 Class : Gastropoda
 Ordo : Caenogastropoda
 Family : Pomaceidae
 Genus : *Pomacea*

⁸⁰ Siti Dharmawati, Dkk. "Biologi Keong Rawa (*Pomacea Glauca* Dan *Pomacea Canaliculata*) Di Perairan Rawa Kalimantan Selatan", *Journal Media Sains*, Vol, 9. No, 1, April 2016. hal. 106

⁸¹I Gede Agus Suarmustika, Dkk., "Variasi Morfometri Dan Karakter Morfologi Keong Mas (*Pomacea Canaliculata*) Pada Sawah Di Desa Abiansemal Badung-Bali", *Simbiosis: Jurusan Biologi Fmipa Universitas Udayana*, Vol,6, No, 2. September 2018, h. 61.

Spesies : *Pomacea canaliculata*⁸²

2. Keanekaragaman Makrobentos yang terdapat di Kawasan Sungai Sawang Mane Kabupaten Naga Raya

Adapun indeks keanekaragaman makrobentos dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini:

Tabel 4.2 Indek Keanekaragaman Makrobentos

No	Nama Spesies	Famili	Σ	H'
1	<i>Thiara scabra</i>	Cerithioidea	5	0.2070
2	<i>Thiara pantherina</i>		3	0.1497
3	<i>Thiara rufis</i>		4	0.1805
4	<i>Corbicula javanica</i>	Corbiculidae	5	0.2070
5	<i>Cheumatopsyche</i> sp.	Hydropsychidae	9	0.2845
6	<i>Lymnaea rubiginosa</i>	Lymnaeidae	1	0.0682
7	<i>Brotia testudinaria</i>	Pachychilidae	6	0.2302
8	<i>Gyraulus convexiusculus</i>	Planorbidae	3	0.1497
9	<i>Pomacea canaliculata</i>	Pomacidae	4	0.1805
10	<i>Tarebia granifera</i>	Thiaridae	2	0.1133
11	<i>Melanoides torulosa</i>		2	0.1133
12	<i>Melanoides punctate</i>		2	0.1133
13	<i>Melanoides granifera</i>		2	0.1133
14	<i>Anodonta woodiana</i>	Unionidae	12	0.3218
Jumlah Total			60	2.4332

Berdasarkan tabel 4.2 dapat diketahui bahwa indeks keanekaragaman makrobentos termasuk dalam kategori sedang dengan nilai $H' = 2,4332$. Keanekaragaman perjenis paling tinggi yaitu *Anodonta woodiana* yang bernilai $H' = 0,3218$.

3. Kualitas Air Sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya

Adapun kualitas air sungai Sawang Mane dapat dilihat berdasarkan faktor fisik-kimia yang tertera pada tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Parameter dan Indikator Air Sungai Sawang Mane

⁸²Siti Dharmawati, dkk., "Biologi Keong Rawa (*Pomacea Glauca* Dan *Pomacea Canaliculata*) Di Perairan Rawa Kalimantan Selatan", *Journal Media Sains*, Vol, 9 No, 1. April 2016. h, 106.

Stasiun I

Stasiun	Faktor Fisik Kimia			
	Koordinat	Suhu Air (°C)	pH air	Salinitas (‰)
I	N 04°15'29.10" E 096°19'11.74"	20,4	7,62	0,5

Stasiun II

Stasiun	Faktor Fisik Kimia			
	Koordinat	Suhu Air (°C)	pH air	Salinitas (‰)
II	N 04°15'28.68" E 096°19'12.36"	21,4	7,45	0,5

Stasiun III

Stasiun	Faktor Fisik Kimia			
	Koordinat	Suhu Air (°C)	pH air	Salinitas (‰)
III	N 04°15'25.93" E 096°19'11.57"	21,0	7,41	0,5

Stasiun IV

Stasiun	Faktor Fisik Kimia			
	Koordinat	Suhu Air (°C)	pH air	Salinitas (‰)
IV	N 04°15'25.46" E 096°19'11.96"	21,2	7,45	0,5

Hasil pengamatan dari data faktor fisik dan kimia Sungai Sawang Mane memperlihatkan kualitas air kurang baik. Suhu air di 4 stasiun berkisar 20,4 °C - 21,4 °C hal ini menunjukkan bahwa keberadaan makrobentos hanya sedikit. pH air di 4 stasiun berkisar 7,41-7,62, hal tersebut menunjukkan bahwasannya suhu tersebut sesuai untuk keberadaan makrobentos. Sedangkan salinitas air bernilai 0,5 ‰ hal tersebut merupakan salinitas air sungai pada umumnya.

4. Pemanfaatan Hasil Penelitian yang dijadikan sebagai Penunjang Modul Praktikum Mata Kuliah Limnologi

a. Modul praktikum

Modul Praktikum adalah materi pembelajaran yang disusun dan disajikan secara tertulis sedemikian rupa sehingga mahasiswa dapat menguji atau melaksanakan dalam keadaan nyata apa yang telah di dapat di teori. Adapun sistematika dalam pembuatan modul praktikum yaitu sebagai berikut:

1) Halaman Sampul

Halaman sampul berisi antara lain label kode modul, label milik Negara, bidang studi keahlian, kompetensi keahlian, judul modul, gambar ilustrasi, tulisan lembaga seperti Departemen Pendidikan Nasional dan tahun modul disusun.

2) Kata Pengantar

Kata pengantar berisi informasi tentang peran modul dalam proses pembelajaran.

3) Daftar Isi

Daftar isi memuat informasi tentang peran modul dalam proses pembelajaran.

4) Peta Kedudukan Modul

Peta kedudukan modul diagram yang menunjukkan kedudukan modul dalam keseluruhan program pembelajaran.

5) Glossarium

Glossarium memuat penjelasan tentang arti setiap istilah kata-kata sulit dan asing yang digunakan dan disusun menurut urutan abjad

(alphabetis).⁸³ Struktur penulisan modul dibagi menjadi 3 bagian, yang terdiri atas:

a) Bagian pembuka

- (1) Judul, judul modul perlu menarik dan memberi gambaran tentang materi yang dibahas.
- (2) Daftar isi, menyajikan topik-topik yang akan dibahas . topik-topik tersebut diuraikan berdasarkan urutan kemunculan dalam modul.
- (3) Peta informasi, untuk memperlihatkan kaitan antar topik-topik dalam modul.
- (4) Daftar tujuan kompetensi, membantu pembelajaran untuk mengetahui pengetahuan, sikap atau keterampilan apa yang dapat dikuasai setelah selesai pembelajaran.

b) Bagian inti

- (1) Pendahuluan/tujuan umum materi, dalam pendahuluan dapat disajikan peta informasi mengenai materi yang akan dibahas dan daftar tujuan kompetensi yang akan dicapai setelah mempelajari modul.
- (2) Uraian materi, merupakan penjelasan terperinci tentang materi pembelajaran yang disampaikan dalam modul.

⁸³ Hafizul Furqan, dkk, Pengembangan Modul Praktikum Berbasis Inkuiri Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Hasil Belajar Siswa Kelas X Di Sma 1 Bukit Bener Meriah, *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, Vol.4, No.2, (2016), h.129

(3) Latihan

(4) Rangkuman, merupakan bagian dalam modul yang menelaah hal-hal pokok dalam modul yang telah dibahas.

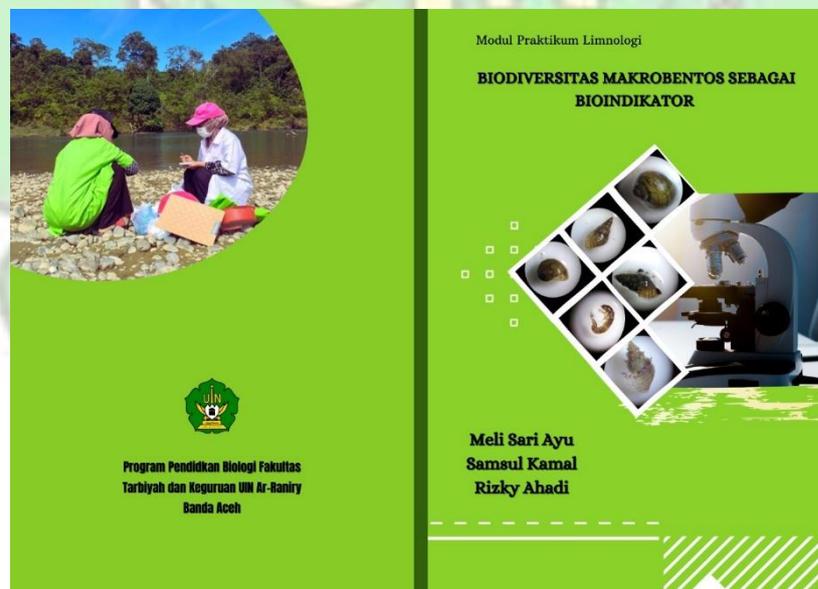
c) Bagian penutup

(1) Glossarium, berisikan definisi-definisi konsep yang dibahas dalam modul.

(2) Daftar pustaka, sumber foto, referensi yang menjadi acuan dalam penyusunan materi yang terdapat dalam modul.⁸⁴

Berikut ini gambaran cover modul praktikum yang berjudul Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator di Sungai Mane Kabupaten Nagan Raya.

Berikut merupakan contoh Cover modul :



Gambar 4.16 Cover Modul

⁸⁴ Surya Darma, *Penulisan Modul*, (Jakarta: Direktorat Tenaga Kependidikan, 2008), h. 21-26.

5. Output Hasil Penelitian Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya sebagai Penunjang Praktikum Limnologi

a. Hasil Uji Kelayakan Bidang Materi

Hasil dari penelitian tentang Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane dalam bentuk modul pembelajaran dengan menggunakan lembar uji kelayakan dan validasi, yang telah di validasi oleh 1 ahli materi. Indikator kelayakan modul pembelajaran dalam bidang materi adalah kelayakan isi modul pembelajaran, Kelayakan penyajian modul pembelajaran, Kelayakan kegrafikan modul pembelajaran dan kelayakan pengembangan modul pembelajaran. Hasil dari uji kelayakan materi Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Uji Kelayakan Materi Pada Modul Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane.

No	Kategori	Presentase V	Kriteria V
1	Kelayakan isi modul	3,3	Layak
2	Kelayakan penyajian modul	3	Layak
3	Kelayakan kegrafikan modul	3,3	Layak
4	Kelayakan pengembangan modul	3,3	Layak
Total keseluruhan		3,2	Layak
Presentase Keseluruhan		80	Layak

Berdasarkan tabel 4.4 dapat diketahui bahwa instrument kelayakan yang divalidasi oleh validator ahli media pada modul praktikum Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator makrobentos sebagai bioindikator Pencemaran

di Sungai Sawang Mane memiliki total keseluruhan validasi pertama yaitu 3,2 dengan kategori layak untuk dijadikan referensi dengan bobot tertinggi tiap pertanyaan yaitu 4 maka presentase keseluruhannya 80% dengan kriteria layak untuk dijadikan referensi modul pembelajaran Limnologi. Adapun hasil uji kelayakan modul pembelajaran dalam bidang media dapat dilihat pada tabel 4.5

b. Hasil Uji Kelayakan Bidang Media

Hasil dari uji kelayakan tentang Bioindikator makrobentos sebagai bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane dalam bentuk modul pembelajaran dengan menggunakan lembar uji kelayakan dan validasi, yang telah di validasi oleh 1 ahli media. Indikator kelayakan modul pembelajaran dalam bidang media adalah Kelayakan format modul pembelajaran, Kelayakan isi modul, kelayakan penyajian modul pembelajaran, kelayakan penggunaan modul pembelajaran. Hasil dari uji kelayakan media Bioindikator makrobentos sebagai bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Uji Kelayakan Media Pada Modul Pembelajaran Bioindikator makrobentos sebagai bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane

No	Kategori	Presentase V	Kriteria V
1	Kelayakan format modul pembelajaran	3	Layak
2	Kelayakan isi modul pembelajaran	3	Layak
3	Kelayakan penyajian modul pembelajaran	2,75	Cukup Layak
4	Kelayakan penggunaan modul pembelajaran	3	Layak
Total keseluruhan		2,9375	Layak
Presentase Keseluruhan		73 %	Layak

Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui bahwa instrument kelayakan yang divalidasi oleh validator ahli media pada modul pembelajaran Bioindikator makrobentos sebagai bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane memiliki rata-rata presentase validasi yaitu 2,9375 dengan kategori cukup layak untuk dijadikan referensi, dengan presentase keseluruhannya 73,4 % dengan kriteria layak untuk dijadikan referensi modul pembelajaran Limnologi.

c. Hasil Uji Kelayakan Modul Pembelajaran

Berdasarkan kelayakan yang divalidasi oleh validator ahli materi, pada modul pembelajaran Bioindikator makrobentos sebagai bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane memiliki untuk validasi yaitu 80 % dengan katagori layak untuk dijadikan sebagai penunjang, Sedangkan dalam bidang media memiliki rata-rata presentase validasi pertama yaitu 73,4% dengan kategori layak untuk dijadikan referensi modul pembelajaran Limnologi. Jadi hasil dari uji kelayakan media dan materi diperoleh nilai 7,6 % dengan kategori layak dijadikan sebagai media pembelajaran.

B. Pembahasan

1. Jenis Makrobentos di Kawasan Sungai Sawang Mane Kabupaten Naga Raya

Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa terdapat 14 jenis Makrobentos dari 9 Famili dengan jumlah total 60 individu. Adapun jenis makrobentos terdiri dari *Thiara scabra*, *Thiara pantherine*, *Thiara rufis*, *Corbicula javanica*, *Cheumatopsyche* sp., *Brotia testudinaria*, *Gyraulus convexiusculus*, *Pomacea canaliculate*, *Tarebia granifera*, *Melanoides torulosa*, *Melanoides*

punctata, *Melanoides granifera*, *Anodonta woodiana*, dan *Lymnaea rubiginosa*. Jenis yang paling banyak dijumpai yaitu *Anodonta woodiana* dengan jumlah 12 individu. Sedangkan jenis yang paling sedikit ditemukan yaitu *Lymnaea rubiginosa* dengan jumlah 1 individu.

2. Keanekaragaman Makrobentos yang terdapat di Kawasan Sungai Sawang Mane Kabupaten Naga Raya

Indeks keanekaragaman makrobentos termasuk dalam kategori sedang dengan nilai $H' = 2,4332$. Keanekaragaman perjenis paling tinggi yaitu *Anodonta woodiana* yang bernilai $H' = 0,3218$. Hal tersebut sesuai dengan menurut Wilhm yang menyatakan bahwa Jika $H' < 1$ = Keanekaragaman spesies rendah, penyebaran jumlah individu tiap spesies rendah, dan kestabilan ekosistem rendah. Jika $1 < H' < 3$ = Keanekaragaman spesies sedang, dan kestabilan ekosistem sedang, Jika $H' > 3$ = Keanekaragaman spesies tinggi, penyebaran jumlah individu tiap spesies tinggi, dan kestabilan ekosistem tinggi.

Hasil pengamatan dari data faktor fisik dan kimia Sungai Sawang Mane memperlihatkan kualitas air kurang baik. Suhu air di 4 stasiun berkisar $20,4^{\circ}\text{C}$ - $21,4^{\circ}\text{C}$ hal ini menunjukkan bahwa keberadaan makrobentos hanya sedikit. Adapun suhu yang sesuai untuk makrobentos berkisar antara 25°C dan 30°C . pH air di 4 stasiun berkisar 7,41-7,62, hal tersebut menunjukkan bahwasannya suhu tersebut sesuai untuk keberadaan makrobentos. Makrobentos sangat sensitif terhadap perubahan pH, pH ideal bagi Gastropoda berkisar antara 7,0-8,7 dan pH 5,6-8,3 untuk Bivalvia. Sedangkan salinitas air bernilai $0,5\text{ ‰}$ hal tersebut merupakan salinitas air sungai pada umumnya.

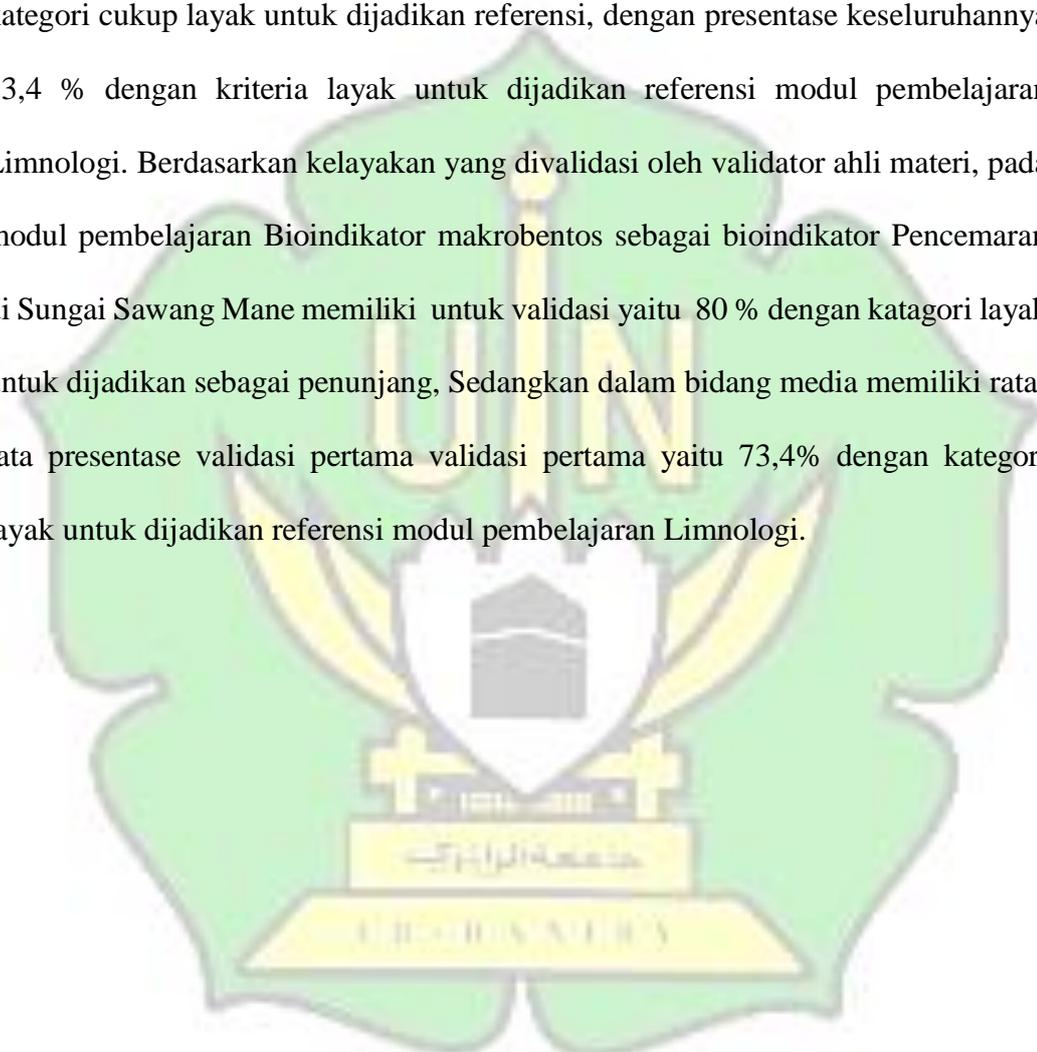
3. Output Hasil Penelitian Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya sebagai Penunjang Praktikum Limnologi

Bentuk dari hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi pembelajaran mata kuliah Limnologi dengan cara menyediakan informasi yang telah diolah sedemikian rupa dalam bentuk modul, sehingga memungkinkan bagi mahasiswa dan dosen memanfaatkannya secara langsung. Hasil dari penelitian tentang Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane dalam bentuk modul pembelajaran dengan menggunakan lembar uji kelayakan dan validasi, yang telah di validasi oleh 1 ahli materi. Indikator kelayakan modul pembelajaran dalam bidang materi adalah kelayakan isi modul pembelajaran, Kelayakan penyajian modul pembelajaran, Kelayakan kegrafikan modul pembelajaran dan kelayakan pengembangan modul pembelajaran.

Modul praktikum Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator makrobentos sebagai bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane memiliki total keseluruhan validasi pertama yaitu 3,2 dengan kategori layak untuk dijadikan referensi dengan bobot tertinggi tiap pertanyaan yaitu 4 maka presentase keseluruhannya 80% dengan kriteria layak untuk dijadikan referensi modul pembelajaran Limnologi. Hasil dari uji kelayakan tentang Bioindikator makrobentos sebagai bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane dalam bentuk modul pembelajaran dengan menggunakan lembar uji kelayakan dan validasi, yang telah di validasi oleh 1 ahli media. Indikator kelayakan modul pembelajaran dalam bidang media adalah Kelayakan format modul pembelajaran, Kelayakan isi

modul, kelayakan penyajian modul pembelajaran, kelayakan penggunaan modul pembelajaran.

Hasil kelayakan yang divalidasi oleh validator ahli media pada modul pembelajaran Bioindikator makrobentos sebagai bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane memiliki rata-rata presentase validasi yaitu 2,9375 dengan kategori cukup layak untuk dijadikan referensi, dengan presentase keseluruhannya 73,4 % dengan kriteria layak untuk dijadikan referensi modul pembelajaran Limnologi. Berdasarkan kelayakan yang divalidasi oleh validator ahli materi, pada modul pembelajaran Bioindikator makrobentos sebagai bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane memiliki untuk validasi yaitu 80 % dengan katagori layak untuk dijadikan sebagai penunjang, Sedangkan dalam bidang media memiliki rata-rata presentase validasi pertama validasi pertama yaitu 73,4% dengan kategori layak untuk dijadikan referensi modul pembelajaran Limnologi.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil simpulan:

1. Jenis Makrobentos berjumlah 14 jenis spesies yang terdiri dari 9 Famili
2. Indeks keanekaragaman makrobentos termasuk dalam kategori sedang dengan nilai $H' = 2,4332$.
3. Kondisi kualitas air sungai sawang mane kecamatan seunagan timur kabupaten nagan raya memperlihatkan kualitas air kurang baik.
4. Pemanfaatan hasil penelitian tentang makrobentos sebagai bioindikator pencemaran di sungai Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Kagan Raya untuk dapat dijadikan sebagai penunjang praktikum mata kuliah limnologi dalam bentuk modul dengan hasil presentase kelayakan materi 80% dengan kriteria layak digunakan. Sedangkan presentase media sebanyak 73,4% dengan kriteria layak digunakan sebagai media pembelajaran. Jadi hasil dari uji kelayakan media dan materi diperoleh nilai 7,6 % dengan kategori layak dijadikan sebagai media pembelajaran.

B. Saran

Setelah melakukan penelitian ini, penulis menyarankan hal terkait tentang:

1. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan informasi bagi mahasiswa UIN Ar-Raniry dan memudahkan dalam proses pembelajaran.

2. Tulisan ini dapat juga dijadikan referensi bagi mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi dalam mata kuliah Limnologi.
3. Mengingat penelitian ini mengambil objek penelitian Makrobentos, maka perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut dengan objek penelitian jenis hewan lain.



DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, Rachmi. 2017. "Inventarisasi Makrozoobentos sebagai Indikator Biologis Kondisi Perairan di Dusun Dawar Lama Kabupaten Bengkayang". *Edumedia*. Vol.1. No.1
- Agustini, Tri., dkk. 2013. Simulasi Pola Sirkulasi Arus di Muara Kapuas Kalimantan Barat". *Prima Fisika*. Vol. 1. No. 1
- Akbar, Hidayanto., dkk. 2013. "Hubungan Tipe Dasar Perairan dengan Distribusi Ikan Demersal di Perairan Pangkajene Sulawesi Selatan". *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. Vol. 4. No. 1
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Arnop, Operi., dkk. 2019. "Kajian Evaluasi Mutu Sungai Nelas dengan Metode Storet dan Indeks Pencemaran". *Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Vol. 8. No. 1.
- Awwaluddin, As., dkk. 2015. "Koefisiensi Saprobitik Planton di Perairan Embung Universitas Negeri Semarang. *Jurnal MIPA*. Vol. 1. No. 2.
- Azmi, Zulfian., dkk. 2016. "Sistem Penghitung pH Air pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroller". *Jurnal Ilmiah Saintikom*. Vol. 5. No. 2.
- Satiyarti Budi, Rina., dkk. 2017. "Makroobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Way Belau Bandar Lampung". *Majalah Teknologi Agro Industri*. Vol. 9. No. 2.
- Siboro Dianti, Thiur. 2019. "Manfaat Keanekaragaman Hayati Terhadap Lingkungan". *Jurnal Ilmiah Simantek*. Vol. 3. No. 1.
- Djumanto, dkk. 2013. Indek Biotik Family sebagai Indikator Kualitas Air Sungai Gajahwong Yogyakarta. *Jurnal Perikanan*. Vol. 15. No. 1.
- Dwirastina, Mirna. 2009. "Teknik Pengambilan Makrozoobentos di Daerah Pulau Payung, Sungai Musi, Sumatera Selatan". *BTL*. Vol. 7. No. 2.
- Sari, Eka Mekar, Ayu., dkk. 2013. "Kualitas Perairan Estuari Porong Sidoarjo Jawa Timur Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos. *Lenterabio*. Vol. 2. No. 1.
- Eliyarti, dkk. 2019. "Deskripsi Efektivitas Kegiatan Pratikum dalam Perkuliahan Kimia Dasar Mahasiswa Teknik". *EduSains*. Vol. 7. No. 2.
- Endela, Elifia Z. 2017. "Persepsi Siswa Terhadap Kegiatan Pratikum di Laboratorium Biologi SMA Negeri 2 Painan". *Atrium Pendidikan Biologi*. Vol. 1. No. 2.

- Erika, Ria., dkk. 2017. "Keanekaragaman Ikan di Perairan Sungai Linggang Kabupaten Belitung Timur". *Jurnal Sumber Daya Perairan*. Vol. 2. No. 1.
- Faroqi, Adam. 2016. "Perancangan Alat Pendeteksi Kadar Polusi Udara Menggunakan Sensor Gas Mq-7 dengan Teknologi Wireless. *Jurnal Edisi*. Vol. 10. No. 2.
- Fachru Ferianita 1, Melati. 2007. *Metode sampling bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Insafitri. 2010. "Keanekaragaman, Keceragaman, dan Dominansi Bivalvia di Area Buangan Lumpur Lapindo Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan*. Vol. 3. No. 1.
- Iswanti, Suci., dkk. 2012. "Distribusi dan Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos di Sungai Damar Desa Weleri Kabupaten Kendal". *Unnes Journal of Life Science*. Vol. 1. No. 2.
- Isnainingsing, Dkk, 2010, Keong Dan Kerang Dari Sungaidi Kawasan Karst Gunung Kidul, *Zoo Indonesia*, Vol.20, No.1
- Jailani., dkk. 2012. "Studi Biodiversiti Bentos di Krueng Daroy Kecamatan Darul Imarah Kabupaten Aceh Besar". *Jurnal Rona Lingkungan Hidup*. Vol.5. No.1.
- Junaidi, Endri. 2012. "Makrozoobentos sebagai Bioindikator Pencemaran Air Sungai Bending di Kota Palembang". *Prosiding Seminar Nasional Sains Matematika Informatika dan Aplikasinya IV*. Vol.4. Buku 2.
- Khatri, Nitasha., dkk. 2015. Influences of Natural and Anthropogenic Factors on Surface and Groundwater Quality in Rural and Urbanareas". *Front Life Sci*. Vol. 8. No. 1.
- Koneri, Roni., dkk. 2018. "Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Uata". *Jurnal Ilmiah Sains*. Vol. 18. No. 2.
- Laksamana Caesar, David. 2017. "Analisis Kualitas Fisik Air Desa Cranggang Kecamatan Dawe Kabupaten Kudus". *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. 5. No. 1.
- Purdianingrum Ris Lila, Dkk, 2013. Struktur Komunitas Larva Trichopteradi Sungai Garang Semarang, *Jurnal Biologi*, Vol.2, No.4,
- Lusianingsih Sumanto, Natalia. 2019. "Keanekaragaman Makrozoobentos di Sungai Bah Bolon Kabupaten Simalungun Sumatera Utara". *Jurnal Ilmiah Biologi*. Vol, 7. No. 1.
- Makri. 2018. "Struktur Komunitas dan Kelimpahan Makrozoobentos di Danau Ranau Oku Selatan Sumatra Selatan". *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*. Vol. 13. No. 1.

- Muhammad, Fuad. 2017. Makrobentos sebagai Indikator Tingkat Kesuburan Tambak di Pantai Utara Jawa Tengah”. *BIOMA*. Vol. 19. No. 2.
- Marwoto M Ristiyanti, dkk, 2014, Tinjauan Keanekaragaman Moluska Air Tawar Dibeberapa Situ Didas Ciliwung-Cisadane, *Berita Biologi*, Vol.13, No.2
- Mukhsin, Raudhah., dkk. 2017. “Pengaruh Orientasi Ke Wirausahaan Terhadap Daya Tahan Hidup Usaha Mikro Kecil dan Menengah Kelompok Pengolahan Hasil Perikanan di Kota Makassar”. *Jurnal Analisis*. Vol.6. No.2.
- Pasingi, Nuralim., dkk. 2014. “Kualiatas Perairan Sungai Cileungsi Bagian Hulu Berdasarkan Kondisi Fisik-Kimia”. *Depik*. Vol. 3. No. 1.
- Puranti, Ani. 2013. “Optimasi Kondisi Proses Pengambilan Asam Alginat dari Alga Coklat. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. Vol. 5. No. 2.
- Purwanto., dkk. 2013. “Studi Kualitas Perairan Danau Sentani Menggunakan Bioindikator Makrobentos”. *Jurnal Biologi Papua*. Vol.5. No.2.
- Rezaqi, Salwa. 2015. “Analisis Kelengkapan Laboratorium dalam Pelaksanaan Pratikum Biologi di SMA Negeri Sekabupaten Karo”. *Jurnal Pelita Pendidikan*. Vol. 3. No. 4.
- Nangin Rezky, Sernando., dkk. 2015. “Makrobenthos sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Suhuyon Sulawesi Utara”. *Jurnal Mipa Unsrat Online*. Vol. 4. No. 2.
- Lesmana Satyani, Darti. 2015. *Ensiklopedia Ikan Hias Air Tawar*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup.
- Shafiyurrahman Al-Mubarakfuri, Syaikh. 2011. *Shahih Tafsir Ibnu Katsir Jilid 6*. Jakarta: Pustaka Ibnu Katsir.
- Sulphayrin., dkk. 2017. “Komposisi dan Jenis Makrozoobentos (Infauna) Berdasarkan Ketebalan Substrat pada Ekosistem Lamun di Perairan Nambo Sulawesi Tenggara”. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan*. Vol.3. No.4.
- Sumiarsih, Eni., dkk. 2018. “Komunitas Makrobentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Perairan Sungai Siak Pekanbaru” *Asian journal environment*. Vol. 2. No. 1.
- Suryaningsih, Yeni. 2017. “Pembelajaran Berbasis Praktikum sebagai Sarana Siswa untuk Berlatih Menerapkan Keterampilan Proses Sains dalam Materi Biologi”. *Jurnal Bio Education*. Vol. 2. No. 2.
- Robiyatul Ferisandi, dkk, 2018, Keanekaragaman Jenis Gastropoda Di Sungai Jangkok Kota Mataram Sebagai Dasar Penyusun Petunjuk Praktikum Ekologi, *Jurnal Ilmiah Biologi* , Vol.6, No.1,

- Rauf Abd, Studi keanekaragaman makrozoobentos sebagai bioindikator perairan sungai toaya kecamatan sindue kabupaten donggala, *Jurnal Kreatif Online, Vol.7, No. 2*
- Tri Purnami, Ajeng., dkk. 2010. "Study of Bentos Community Based on Diversity and Similarity Index Cengklik Dam Boyolali. *Jurnal EKOSAINS*. Vol. 11. No.2.
- Purwat Unon, Sri. 2015. "Karakteristik Bioindikator Cisadane: Kajian Pemanfaatan Makrobentik untuk menilai Kualitas Sungai Cisadane". *Ecolab*. Vol. 9. No. 2.
- Purwati Unon, Sri. 2015. "Karakteristik Bioindikator Cisadane: Kajian Pemanfaatan Makrobentik untuk Menilai Kualitas Sungai Cisadane". *Ecolab*. Vol.9. No.2.
- Wanidar., dkk. 2016. "Kajian Struktur Komunitas Makrobenthos di Sungai Kuala Tuha Kecamatan Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya". *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. Vol.1. No.3.
- Yogafany, Ekha. 2015. "Pengaruh Aktifitas Warga di Sempadan Sungai Terhadap Kualitas Air Sungai Winongo. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. Vol. 7. No. 1.
- Yunitawati., dkk. 2012. "Hubungan Antara Karakteristik Substrat dengan Struktur Komunitas Makrozobentos di Sungai Cantigi, Kabupaten Indramayu". *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol. 3. No. 3.
- Zulpadrianto., dkk. 2015. "Pengembangan Modul Praktikum Bernuansa Kontekstual pada Materi Eksperimen Fisika di Stkip Pgrri Sumatra Barat". *Jurnal Risat Fisika Edukasi dan Sains*. Vol. 1. No. 2.

Lampiran 1: Surat Keputusan Dekan FTK UIN Ar-Raniry tentang Pengangkatan Pembimbing Skripsi

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY
 Nomor: B-12388/Un.08/FTK/KP.07.6/11/2020

TENTANG:
PENGANGKATAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

Menimbang : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi dan ujian munaqasyah mahasiswa pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh maka dipandang perlu menunjuk pembimbing skripsi tersebut yang dituangkan dalam Surat Keputusan Dekan;

b. bahwa saudara yang tersebut namanya dalam surat keputusan ini dipandang cakap dan memenuhi syarat untuk diangkat sebagai Pembimbing Skripsi.

Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;

2. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;

3. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Sistem Pendidikan Tinggi;

4. Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2012, tentang Perubahan atas Peraturan Pemerintah RI Nomor 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;

5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;

6. Peraturan Presiden Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;

7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;

8. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 21 Tahun 2015, tentang Statuta UIN Ar-Raniry Banda Aceh;

9. Keputusan Menteri Agama RI Nomor 492 Tahun 2003, tentang Pendelegasian Wewenang, Pengangkatan, Pemindahan dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Departemen Agama Republik Indonesia;

10. Keputusan Menteri Keuangan Nomor 293/KMK.05/2011, tentang Penetapan Intitut Agama Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada Kementerian Agama sebagai Instansi Pemerintah yang Menerapkan Pengelolaan Badan Layanan Umum;

Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 01 Tahun 2015, tentang Pendelegasian Wewenang Kepada Dekan dan Direktur Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

11. Pascasarjana di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal Skripsi Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry tanggal 27 Juli 2020

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
PERTAMA : Menunjuk Saudara:

Samsul Kamal, M. Pd sebagai Pembimbing Pertama
 Rizky Ahadi, M. Pd sebagai Pembimbing Kedua

Untuk membimbing Skripsi :

Nama : Meli Sari Ayu
 NIM : 150207126
 Program Studi : Pendidikan Biologi
 Judul Skripsi : Biodiversitas Makrobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya Sebagai Penunjang Praktikum Limnologi

KEDUA : Pembiayaan honorarium pembimbing pertama dan kedua tersebut diatas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun 2020;

KETIGA : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Ganjil Tahun Akademik 2020/2021;

KEEMPAT : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan dirubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Ditetapkan di : Banda Aceh
 Pada tanggal : 16 Nopember 2020
 An. Rektor
 Dekan

 Muslim Razali

Tembusan

1. Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Ketua Prodi Pendidikan Biologi;
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan;
4. Yang bersangkutan.

Lampiran 2: Surat Mohon Izin Pengumpulan Data dari Dekan FTK UIN ArRaniry



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN
Jl. Syaikh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-16046/Un.08/FTK-I/TL.00/10/2021

Lamp : -

Hal : **Penelitian Ilmiah Mahasiswa**

Kepada Yth,
Bapak Mulyadi

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Pimpinan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : MELI SARI AYU / 150207126
Semester/Jurusan : XIV / Pendidikan Biologi
Alamat sekarang : Rukoh, Darussalam Banda Aceh.

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul **Biodiversitas Makrobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran disungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya Sebagai Penunjang Praktikum Limnologi**

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

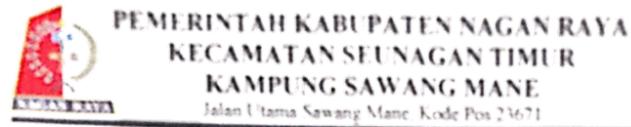
Banda Aceh, 22 Oktober 2021
an. Dekan
Wakil Dekan Bidang Akademik dan
Kelembagaan,



Berlaku sampai : 20 Desember
2021

Dr. M. Chalis, M.Ag.

Lampiran 3: Surat Keterangan telah Melakukan Penelitian didesa Sawang Mane

SURAT KETERANGAN

Nomor : 183 SM / XI / 2021

Keuchik Gampong Sawang Mane Kecamatan Seunagan Timur Kabupaten Nagan Raya dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Meli Sari Ayu
 Nim : 150207126
 Program Studi : Pendidikan Biologi
 Semester : XIII
 Fakultas : Tarbiyah Dan Keguruan
 Universitas : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry

Benar bahwa yang bersangkutan telah memberi izin dan telah selesai melakukan penelitian dan pengumpulan data di wilayah kampung sawang mane kecamatan .seunagan timur kabupaten nagan raya. Dalam rangka penulisan skripsi yang berjudul **"Biodiversitas Makrobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran Disungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya Sebagai Penunjang Praktikum Limnology "**.

Demikian surat keterangan yang kami keluarkan dengan sebenarnya agar dapat digunakan seperlunya.

Sawang Mane, 29 Oktober 2021
 Keuchik Gampong Sawang Mane *g.*



Lampiran 4: Surat Keterangan telah Melakukan penelitian identifikasi di laboratorium Pendidikan Biologi Ar-Raniry



LABORATORIUM PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH
 Alamat : Jl. Lingkar Kampus Darussalam, Komplek Gedung A Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
 UIN Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, Email : labpend.biologi@ar-raniry.ac.id



26 Oktober 2021

Nomor : B-155/Un.08/KL.PBL/TL.00/10/2021
 Sifat : Biasa
 Lamp : -
 Hal : *Surat Telah Melakukan Identifikasi Penelitian di Laboratorium*

Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : **Meli Sari Ayu**
 NIM : 150207126
 Prodi : Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
 Alamat : Jl. Lingkar Kampus UIN Ar-Raniry, Lr. Tgk. Di Blang 2 No.13, Rukoh, Darussalam – Banda Aceh
 No. HP : 085265416171
 Asisten Pendamping : Khaula, S.Pd

Benar nama yang tersebut di atas telah meminjam alat laboratorium dan Pemakaian ruang laboratorium unuk melakukan identifikasi hasil penelitian di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh, dengan judul ***"Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya sebagai Penunjang Praktikum Limnologi"***.

Demikianlah surat ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan seperlunya.

A.n. Kepala Laboratorium FTK
 Pengelola Lab. PBL.,


 Nurli Zahara

Direk. Lab. PBL

Lampiran 5 : Surat Keterangan bebas laboratorium



26 Oktober 2021

Nomor : B-156/Un.08/KL.PBL/PP.00.9/10/2021
 Sifat : Biasa
 Lamp : -
 Hal : Surat Keterangan Bebas Laboratorium

Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam Banda Aceh, dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Meli Sari Ayu
 NIM : 150207126
 Prodi : Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh
 Alamat : Jl. Lingkar Kampus UIN Ar-Raniry, Lr. Tgk. Di Blang 2 No.13, Rukoh, Darussalam – Banda Aceh

Benar yang nama yang tersebut di atas telah selesai melakukan penelitian dengan judul *"Biodiversitas Makrobentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya sebagai Penunjang Praktikum Limnologi"* dalam rangka menyelesaikan tugas akhir skripsi pada Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry dan telah menyelesaikan segala urusan administrasi yang berhubungan dengan laboratorium Pendidikan Biologi.

Demikianlah surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan seperlunya.

A.n. Kepala Laboratorium FTK
 Pengelola Lab. PBL.,


 Nurlia Zahara

Lampiran 6 : Lembar kuesioner penilaian modul praktikum

Lembar Kuesioner Penilaian Modul Praktikum Biodiversitas Makroentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya sebagai Penunjang Praktikum Limnologi

I. Identitas Penulis

Nama : Meli Sari Ayu
NIM : 150207126
Program Studi : Pendidikan Biologi
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Banda Aceh

II. Pengantar

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Dalam rangka menyelesaikan pendidikan Strata 1 (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar-Raniry Banda Aceh penulis melaksanakan penelitian sebagai salah satu bentuk tugas akhir dan kewajiban yang harus diselesaikan. Penelitian yang dilakukan berjudul "Biodiversitas Makroentos sebagai Bioindikator Pencemaran di Sungai Sawang Mane Kabupaten Nagan Raya sebagai Penunjang Praktikum Limnologi".

Untuk mencapai tujuan penelitian, penulis dengan hormat meminta kesediaan dari Bapak/Ibu dosen untuk menilai media berupa Modul Praktikum tersebut dengan melakukan pengisian daftar kuesioner yang penulis ajukan sesuai dengan keadaan sebenarnya. Kerahasiaan jawaban serta identitas Bapak/Ibu akan dijamin sesuai dengan kode etik dalam penelitian. Penulis menyampaikan banyak terima kasih atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi daftar kuesioner yang diajukan.

Hormat saya,


Meli Sari Ayu

LEMBAR PENILAIAN AHLI MEDIA

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrument ini adalah untuk mengukur kevalidan media modul pembelajaran.

B. PETUNJUK

1. Bapak/ibu dapat memberikan penilaian dengan memberikan tanda cek (✓) pada kolom yang tersedia.

2. Keterangan:

- 4= Baik Sekali
- 3= Baik
- 2= Cukup
- 1= Kurang

No	Indikator	Skor Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
1	Kelayakan Format					
	a. Kemerarikan cover modul praktikum limnologi			✓		
	b. Informasi media modul praktikum limnologi jelas dan lengkap			✓		
	c. Kelengkapan dan kondisi komponen dari stuktur media modul praktikum limnologi			✓		
	d. Kelengkapan dan kemudahan mendapatkan Media modul praktikum limnologi			✓		
2	Kelayakan Isi					

	a. Media modul praktikum limnologi sesuai dengan tujuan pembelajaran materi			✓		
	b. Media modul praktikum limnologi dapat menarik perhatian serta dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar			✓		
	Kelayakan Penggunaan					
	a. Media modul praktikum limnologi dapat menghindari kesalahan konsep pada saat praktikum		✓			Sebaiknya langkah/prosedur kerja diperjelas lagi
	b. Media modul praktikum limnologi dapat digunakan saat praktikum			✓		
	c. Media modul praktikum limnologi adalah hal baru dan mudah digunakan			✓		
	d. Media modul praktikum limnologi mudah dipindah-pindah			✓		

(Sumber: Diadopsi dari Evi Dian Ananta, 2018)

Aspek penilaian

- 81%-100% = Sangat layak direkomen dasikan sebagai salah satu media yang dapat digunakan sebagai sumber belajar
- 61%-80% = Layak direkomendasikan dengan perbaikan yang ringan
- 41%-60% = Cukup layak direkomendasikan dengan perbaikan yang berat
- 21%-40% = Tidak layak untuk direkomendasikan
- <21% = Sangat tidak layak direkomendasikan

Pemberian penilaian dan komentar secara keseluruhan terhadap media modul praktikum pembelajaran:

Media dapat digunakan dengan beberapa revisi

Keterangan:

- 4= Dapat digunakan tanpa revisi
- 3= Dapat digunakan dengan sedikit revisi
- 2= Dapat digunakan dengan banyak revisi
- 1= Tidak dapat digunakan

Banda Aceh, 24 November 2021
Validator

Cut Rafna Dewi
Cut Rafna Dewi, S.Pd., M.Pd
NIP: 198809072019032013

DOKUMENTASI PENELITIAN



Gambar 1 : Pengambilan makrobentos



Gambar 2 : Peneliti mencatat



Gambar 3 : Pemberian alcohol 70%



Gambar 4 : Mengukur kedalaman menggunakan secci disk



Gambar 5: Peneliti mengidentifikasi



Gambar 6 : Mengukur kadar salinitas menggunakan Refraktometer



Gambar 7 : Mengukur kadar keasamaan suhu air menggunakan PH meter



Gambar 8 : Terlihat beberapa jeni makrobentos