

**studi keanekaragaman filum mollusca
sebagai bioindikator kualitas air di waduk
jatibarang kota semarang**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Biologi



Oleh:
MIRTHA SARI
NIM : 1708016016

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MIRTHA SARI

NIM : 1708016016

Jurusan : BIOLOGI

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**STUDI KEANEKARAGAMAN FILUM MOLLUSCA SEBAGAI
BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI WADUK JATIBARANG
KOTA SEMARANG**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 06 Juni 2024
Pembuat Pernyataan,



MIRTHA SARI
NIM: 1708016016



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : STUDI KEANEKARGAMAN FILUM MOLLUSCA SEBAGAI
BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI WADUK JATIBARANG
KOTA SEMARANG

Penulis : Mirtha Sari

NIM : 1708016016

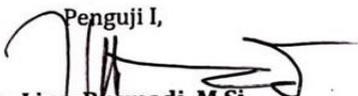
Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam Sidang Munaqosyah oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu
Biologi.

Semarang, 05 Juli 2024

DEWAN PENGUJI

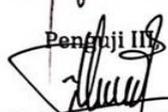
Penguji I,


Dr. Ling Rusmadi, M.Si
NIP. 19830126201601190

Penguji II,


Eko Purtono, M.Si
NIP. 198604232019031006

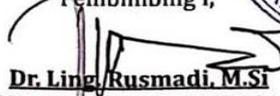
Penguji III,


Abdul Malik, M.Si
NIP. 19891103201801001

Penguji IV,


Galih Kholifatun Nisa'
NIP. 199006132019032018

Pembimbing I,


Dr. Ling Rusmadi, M.Si
NIP. 19891103201801001

Pembimbing II,


Eko Purtono, M.Si
NIP. 198604232019031006



NOTA DINAS

Semarang, 06 Juni 2024

Yth. Ketua Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

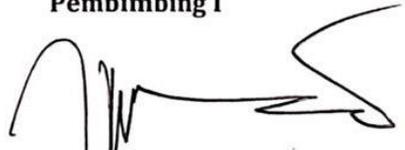
Judul : **STUDI KEANEKARAGAMAN FILUM MOLLUSCA
SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI
WADUK JATIBARANG KOTA SEMARANG**

Nama : **Mirtha Sari**
NIM : **1708016016**
Jurusan : **Biologi**

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing I



Dr. Ling. Rusmadi, M.Si
NIP. 19830126201601190

NOTA DINAS

Semarang, 06 Juni 2024

Yth. Ketua Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan :

Judul : **STUDI KEANEKARAGAMAN FILUM MOLLUSCA
SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI
WADUK JATIBARANG KOTA SEMARANG**

Nama : **Mirtha Sari**

NIM : **1708016016**

Jurusan : **Biologi**

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing II



Eko Purwandono, M.Si

NIP. 198604232019031006

ABSTRAK

Semarang merupakan kota besar dengan permasalahan banjir serta meningkatnya permintaan air baku. Waduk Jatibarang Kota Semarang merupakan proyek pemerintah untuk menanggulangi masalah banjir, sediaan air baku, pembangkit listrik tenaga mikrohidro serta objek wisata. Aktivitas masyarakat di waduk disinyalir berpengaruh terhadap kualitas air. Studi keanekaragaman filum Mollusca dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas air di waduk Jatibarang sebab keanekaragaman spesies rendah dapat menandakan kondisi perairan dalam keadaan tercemar. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis keanekaragaman filum Mollusca dan kualitas air waduk Jatibarang berdasarkan bioindikator filum Mollusca. Jenis penelitian deskriptif kuantitatif dengan penentuan lokasi menggunakan *purposive sampling* dilakukan pada 27 Januari 2024 hingga 4 Februari 2024 dengan lokasi stasiun I Desa Jamalsari, Stasiun II Gang Sawo Desa jatibarang, Stasiun III Lembah Waduk Jatibarang. Pengambilan sampel Mollusca dengan *hand collection* selanjutnya diidentifikasi jenis dan jumlahnya. Parameter lingkungan dengan pengukuran suhu, kecerahan, pH air, dan salinitas. Diperoleh 135 spesies meliputi tujuh kelas Gastropoda dan satu Bivalvia. Analisis data menunjukkan stasiun I indeks keanekaragaman (H') 1,52, indeks keseragaman (E) 0,73, indeks dominansi Simpson (C) 0,26, FBI 3,37 kategori kualitas air sangat baik dengan tingkat pencemaran tidak terpolusi bahan organik. Stasiun II indeks keanekaragaman (H') 0,39, indeks keseragaman (E) 0,19, indeks dominansi Simpson (C) 0,80, FBI 5,92 kategori kualitas air agak buruk dengan tingkat pencemaran terpolusi banyak. Stasiun III indeks keanekaragaman (H') 1,58, indeks keseragaman (E) 0,76, indeks dominansi Simpson (C) 0,20, FBI 2,69 kategori kualitas air sangat baik dengan tingkat pencemaran tidak terpolusi bahan organik.

Kata kunci: *Bioindikator, Filum Mollusca, Keanekaragaman, Waduk Jatibarang Kota Semarang.*

ABSTRAK

Semarang is one of the major cities with flooding problems and high demand for water. Jatibarang reservoir is a Semarang government project to reduce flooding, water supply, hydropower generation and tourist attraction. Community activities in the reservoir are thought to affect water quality. Mollusca phylum diversity can be used as a bioindicator of water quality because low species diversity can indicate polluted water conditions. The purpose of this research was to analyze the diversity of Mollusca phylum and water quality in Jatibarang reservoir based on bioindicators of Mollusca phylum. This type of research is descriptive quantitative with location determination using purposive sampling conducted on January 27, 2024 to February 4, 2024. Station I Jamalsari village, Station II Gang Sawo Jatibarang Village, Stasiun III Lembah Waduk Jatibarang. Samples were collected by hand collection and then species were identified and counted. Physical and chemical parameters by measuring temperature, light intensity, Ph, and salinity. There were 135 species covering 7 gastropod classes and one bivalve class. Data analysis at stasiun I 1,52 diversity index (H'), 0,73 evenness index (E), 0,26 dominance index (C), 3,37 FBI which is a very good water quality category with non-polluted pollution levels. Stasiun II 0,39 diversity index (H'), 0,19 evenness index (E), 0,80 dominance index (C), 5,92 FBI categorized as slightly poor water quality with a high degree of pollution. Stasiun III 1,58 diversity index (H'), 0,76 evenness index (E), 0,20 dominance index (C), 2,69 FBI which is a very good water quality category with non-polluted pollution levels.

Key words: *bioindicator, diversity, Mollusca phylum, Jatibarang reservoir.*

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada (SKB) Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158 Tahun 1987 dan Nomor: 0543b/U/1987.

Konsonan

Daftar huruf bahasa Arab dan transliterasinya ke dalam huruf Latin dapat dilihat pada halaman berikut:

Huruf Arab	Nama	Huruf Latin	Nama
ا	Alif	Tidak Dilambangkan	Tidak Dilambangkan
ب	Ba	B	Be
ت	Ta	T	Te
ث	Śa	Ś	Es (dengan titik di atas)
ج	Jim	J	Je
ح	Ĥa	Ĥ	Ha (dengan titik di atas)
خ	Kha	Kh	Ka dan Ha
د	Dal	D	De

ذ	Za	Ẓ	Zet (dengan titik di atas)
ر	Ra	R	Er
ز	Zal	Z	Zet
س	Sin	S	Es
ش	Syin	Sy	Es dan Ye
ص	Ṣad	Ṣ	Es (dengan titik di bawah)
ض	Ḍad	Ḍ	De (dengan titik di bawah)
ط	Ṭa	Ṭ	Te (dengan titik di bawah)
ظ	Ẓa	Ẓ	Zet (dengan titik di bawah)
ع	Ain	-	Apostrof terbalik
غ	Gain	G	Ge
ف	Fa	F	Ef
ق	Qof	Q	Qi
ك	Kaf	K	Kq
ل	Lam	L	El
م	Mim	M	Em
ن	Nun	N	En
و	Wau	W	We

هـ	Ha	H	Ha (dengan titik di atas)
ء	Hamzah	-'	Apostrof
ي	ya	Y	Ye

Hamzah (ء) (yang terletak di awal kata mengikuti vokalnya tanpa diberi tanda apa pun. Jika ia terletak di tengah atau di akhir, maka ditulis dengan tanda (')).

Vokal

Vokal bahasa Arab, seperti vokal bahasa Indonesia, terdiri atas vokal tunggal atau monoftong dan vokal rangkap atau diftong. Vokal tunggal bahasa Arab yang lambangnya berupa tanda atau harakat, transliterasinya sebagai berikut:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
آ	Fatḥah	A	A
إ	Kasrah	I	I
أ	Ḍammah	U	U

Vokal rangkap bahasa Arab yang lambangnya berupa gabungan antara harakat dan huruf, transliterasinya berupa gabungan huruf, yaitu:

Tanda	Nama	Huruf Latin	Nama
أَي	Fatḥah dan Ya	Ai	A dan I

تَوّ	Fatḥah dan Wau	Au	A dan U
------	-------------------	----	---------

Maddah

Maddah atau vokal panjang yang lambangnya berupa harkat dan huruf, transliterasinya berupa huruf dan tanda, yaitu:

Harkat dan Huruf	Nama	Huruf dan Tanda	Nama
اَ ... ي	Fatḥah dan Alif atau Ya	ā	a dan garis di atas
اِ ي	Kasrah dan Ya	ī	i dan garis di atas
اُ و	Ḍammah dan Wau	ū	u dan garis di atas

Ta marbūṭah

Transliterasi untuk ta marbūṭah ada dua, yaitu: ta marbū ṭah yang hidup atau mendapat harkat fatḥah, kasrah, dan ḍammah , transliterasinya adalah [t]. Sedangkan ta marbūṭah yang mati atau mendapat harkat sukun, transliterasinya adalah [h].

Kalau pada kata yang berakhir dengan ta marbūṭah diikuti oleh kata yang menggunakan kata sandang al serta

bacaan kedua kata itu terpisah, maka ta marbūṭah itu ditransliterasikan dengan ha (h).

Syaddah (Tasydīd)

Syaddah atau tasydīd yang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan sebuah tanda tasydīd (ّ), dalam transliterasi ini dilambangkan dengan perulangan huruf (konsonan ganda) yang diberi tanda syaddah.

Jika huruf ع bertasydid di akhir sebuah kata dan didahului oleh huruf kasrah (آ ع !) , maka ia ditransliterasi seperti huruf maddah (ī).

Kata Sandang

Kata sandang dalam sistem tulisan Arab dilambangkan dengan huruf (alif lam ma'arifah). Dalam pedoman transliterasi ini, kata sandang ditransliterasi seperti biasa, al-, baik ketika ia diikuti oleh huruf syamsiah maupun huruf qamariah.

Kata sandang tidak mengikuti bunyi huruf langsung yang mengikutinya. Kata sandang ditulis terpisah dari kata yang mengikutinya dan dihubungkan dengan garis mendatar (-).

Hamzah

Aturan transliterasi huruf hamzah menjadi apostrof (') hanya berlaku bagi hamzah yang terletak di tengah dan akhir kata. Namun, bila hamzah terletak di awal kata, ia tidak dilambangkan, karena dalam tulisan Arab ia berupa alif.

Penulisan Kata Arab yang Lazim digunakan dalam Bahasa Indonesia

Kata istilah atau kalimat Arab yang ditransliterasi adalah kata, istilah atau kalimat yang belum dibakukan dalam bahasa Indonesia. Kata, istilah atau kalimat yang sudah lazim dan menjadi bagian dari pembendaharaan bahasa Indonesia, atau sudah sering ditulis dalam tulisan bahasa Indonesia, tidak lagi ditulis menurut cara transliterasi di atas. Namun, bila kata-kata tersebut menjadi bagian dari satu rangkaian teks Arab, maka mereka harus ditransliterasi secara utuh.

***Lafz Al-Jalālah* (الله)**

Kata “Allah” yang didahului partikel seperti huruf jarr dan huruf lainnya atau berkedudukan sebagai muḍāf ilaih (frasa nominal), ditransliterasi tanpa huruf hamzah. Adapun ta marbūṭah di akhir kata yang disandarkan kepada *Lafz Al-Jalālah*, ditransliterasi dengan huruf [t].

Huruf Kapital

Walau sistem tulisan Arab tidak mengenal huruf kapital (All Caps), dalam transliterasinya huruf-huruf tersebut dikenai ketentuan tentang penggunaan huruf kapital berdasarkan pedoman ejaan Bahasa Indonesia yang berlaku (EYD). Huruf kapital, misalnya, digunakan untuk menuliskan huruf awal nama diri (orang, tempat, bulan) dan huruf pertama pada permulaan kalimat. Bila nama diri didahului oleh kata

sandang (al-), maka yang ditulis dengan huruf kapital tetap huruf awal nama diri tersebut, bukan huruf awal kata sandangnya. Jika terletak pada awal kalimat, maka huruf A dari kata sandang tersebut menggunakan huruf kapital (Al-). Ketentuan yang sama juga berlaku untuk huruf awal dari judul referensi yang didahului oleh kata sandang al-, baik ketika ia ditulis dalam teks maupun dalam catatan rujukan (CK, DP, CDK, dan DR).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya serta tidak lupa pula penulis panjatkan sholawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, yang kita nanti-nantikan syafaatnya di dunia dan juga di akhirat nanti.

Skripsi berjudul “STUDI KEANEKARAGAMAN FILUM MOLLUSCA SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS AIR DI WADUK JATIBARANG KOTA SEMARANG” ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains program studi Biologi fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini mendapat dukungan baik moril maupun materiil dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini dengan kerendahan hati dan rasa hormat penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dian Ayu Ningtyas, M.Biotech selaku Kepala Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Ibu Dr. Baiq Farhatul Wahidah, M.Si. selaku Wali Dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Ling. Rusmadi, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Eko Purnomo, M.Si. selaku dosen pembimbing

II yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.

4. Ibu Galih Kholifatun Nisa', M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo yang telah memberi dukungan serta membantu mempersiapkan berkas-berkas sebagai syarat kelulusan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Segenap dosen, pegawai, dan seluruh civitas akademika di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang khususnya dosen prodi Biologi
6. Bapak Didiek selaku Korlap Bendungan Jatibarang yang telah membimbing dan memberi bantuan penelitian lapangan serta BBWS Pemali-Juana Semarang yang telah memberikan izin dan kemudahan mekanisme dalam melakukan penelitian lapangan.
7. Ibu Maryuni tercinta selaku orang tua tunggal penulis sejak kelas dua Sekolah Dasar, kakak kandung penulis Devi Anggraeni dan Puput Novalia tidak lupa kakak ipar Nurdin Dwi Apdhan dan Riyan Rizakul Bahri serta keponakan tersayang Bilal Aldebaran Bahri dan Arshaka Erdana (alm) yang telah senantiasa mendoakan, meridloi, memberikan semangat, dan membantu baik moril

maupun materiil yang sangat luar biasa, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dan kuliah hingga saat ini.

8. Teman-teman prodi Biologi, khususnya angkatan 2017 senasib seperjuangan.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Kepada mereka semua penulis tidak dapat memberikan balasan hanya untaian terima kasih sebesar-besarnya yang dapat penulis sampaikan. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan mereka dan selalu melimpahkan rahmat dan hidayahNya kepada mereka semua. Pada akhirnya penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini belum mencapai kesempurnaan. Namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca umumnya. Aamiin yaa robbal 'alaamiin.

Semarang, 06 Juni 2024



Mirtha Sari

1708016016

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
NOTA DINAS I	iii
NOTA DINAS II	iv
ABSTRAK	v
TRANSLITERASI ARAB-LATIN	vii
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	10
C. Tujuan	10
D. Manfaat Penelitian	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
A. Keanekaragaman	13
B. Filum Mollusca	18
C. Filum Mollusca sebagai Bioindikator	40
D. Kualitas Air	50
E. Waduk Jatibarang Kota Semarang	54
F. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Kehidupan Mollusca	61
G. Penelitian yang Relevan	67

H. Kerangka Berpikir	67
BAB III METODE PENELITIAN	70
A. Tempat dan Waktu Penelitian	70
B. Jenis Penelitian	72
C. Alat dan Bahan	73
D. Sumber Data	75
E. Metode Pengumpulan Data	75
F. Analisis Data	78
BAB IV PEMBAHASAN	88
A. Hasil Penelitian	88
B. Pembahasan	103
BAB V PENUTUP	137
A. Kesimpulan	137
B. Saran	139
DAFTAR PUSTAKA	140
LAMPIRAN	152

DAFTAR TABEL

Gambar	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Ordo pada Subkelas Prosobranchia	24
Tabel 2.2	Pembagian Ordo Subkelas Opisthobranchia	26
Tabel 2.3	Pembagian Ordo Subkelas Pulmonata	29
Tabel 2.4	Pembagian Subkelas dan Ordo Bivalvia	33
Tabel 2.5	Nilai Toleansi Taksa	46
Tabel 2.6	Klasifikasi Mutu Air	51
Tabel 2.7	Bagan Alir Kerangka Berpikir	69
Tabel 3.1	Alat Penelitian	73
Tabel 3.2	Bahan Penelitian	77
Tabel 3.3	Klasifikasi Kalitas Air Berdasarkan FBI	87
Tabel 4.1	Komposisi Filum Mollusca	89
Tabel 4.2	Parameter Fisika dan Kimia Lingkungan	92
Tabel 4.3	Klasifikasi Mollusca	120
Tabel 4.4	Kelimpahan Relatif Mollusca Stasiun I	121
Tabel 4.5	Kelimpahan Relatif Mollusca Stasiun II	122
Tabel 4.6	Kelimpahan Relatif Mollusca Stasiun III	123
Tabel 4.7	Indeks Keanekaragaman (H')	124
Tabel 4.8	Indeks Keseragaman (E)	127

Tabel 4.9	Indeks Dominansi (C)	129
Tabel 4.10	Hasil Pengamatan FBI Stasiun I	131
Tabel 4.11	Hasil Pengamatan FBI Stasiun II	132
Tabel 4.12	Hasil Pengamatan FBI Stasiun III	133
Tabel 4.13	Indeks <i>Family Biotic Index</i> (FBI)	134

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Morfologi dan Anatomi Gastropoda	22
Gambar 2.2	Anatomi Kima	31
Gambar 2.3	Peta Waduk Jatibarang	56
Gambar 3.1	Lokasi Pengambilan Sampel	71
Gambar 4.1	Perbandingan Jumlah Jenis Mollusca	90
Gambar 4.2	Telur <i>Pomacea insularum</i>	94
Gambar 4.3	Morfologi <i>Pomacea insularum</i>	94
Gambar 4.4	Telur <i>Pomacea canaliculata</i>	95
Gambar 4.5	Morfologi <i>Pomacea canaliculata</i>	96
Gambar 4.6	Morfologi <i>Bellamya javanica</i>	97
Gambar 4.7	Morfologi <i>Achatina fulica</i>	98
Gambar 4.8	Morfologi <i>Tarebia granifera</i>	99
Gambar 4.9	Morfologi <i>Battilaria attramentaria</i>	100
Gambar 4.10	Morfologi <i>Anodonta woodiana</i>	101
Gambar 4.11	Morfologi <i>Melanooides tuberculata</i>	102

Gambar 4.12	Indeks Keseragaman (H')	124
Gambar 4.13	Indeks Keseragaman (C)	127
Gambar 4.14	Indeks Dominansi (C)	129
Gambar 4.15	Indeks <i>Family Biotic Index</i> (FBI)	134

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara tropis dengan curah hujan tahunan yang jelas sehingga membuat Indonesia memiliki keanekaragaman ekosistem yang tinggi (Wirohamidjojo dan Swarinoto, 2010). Ragam ekosistem yang ada di Indonesia menjadikan negara tersebut memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi. Mollusca merupakan salah satu filum dengan keanekaragaman yang tinggi sebab memiliki anggota yang bentuknya sangat beragam sehingga dikelompokkan menjadi delapan kelas berdasarkan bentuk tubuh serta beberapa karakterteristiknya. Mollusca merupakan hewan bertubuh lunak yang tidak memiliki tulang belakang dan massa bagian dalam dilindungi oleh cangkok. Sekitar tiga perempat dari semua spesies Mollusca adalah gastropoda (Wibowo, 2012).

Mollusca yang diantaranya meliputi gastropoda dan bivalvia merupakan salah satu kelas yang dapat dijadikan sebagai bioindikator pada ekosistem

perairan karena memiliki kemampuan untuk dapat beradaptasi di berbagai habitat serta mengakumulasi logam berat tanpa mengalami kematian (Wahyuni, dkk, 2016) dan (Cappenberg dan Aswandy, 2006). Gastropoda (keong bercangkang tunggal) dan bivalvia (kerang bercangkang dua) merupakan jenis Mollusca yang umum ditemukan di perairan tawar (Djajasmita, 1999).

Indikator pencemaran air dapat diketahui dengan melihat tingkat keanekaragaman yang ada di wilayah perairan tersebut. Struktur komunitas biota air dapat dilihat berdasarkan komposisi kelimpahan, keanekaragaman, serta distribusinya. Karakteristik komunitas dibedakan menjadi lima yaitu keanekaragaman jenis, bentuk, dan struktur pertumbuhan, dominansi, kelimpahan relatif. Penentuan kualitas perairan dengan bioindikator melalui kehadiran atau ketidakhadiran, perbandingan jumlah kepadatan antar jenis atau kelompok antar ruang dan waktu dan dominansi taksa tertentu (Wibowo, 2012).

Peranan bioindikator sangat penting guna memperlihatkan adanya keterkaitan antara faktor biotik dan abiotik di suatu lingkungan. Bioindikator

adalah salah satu kelompok organisme yang hidupnya rentan terhadap perubahan lingkungan akibat aktivitas manusia dan kerusakan alam (Sumenge, 2008). Menurut Susiana (2011), kelimpahan dan distribusi Mollusca di alam dipengaruhi oleh adanya faktor biotik dan abiotik. Kondisi lingkungan, kompetisi, pemangsaan oleh predator dan ketersediaan makanan juga mempengaruhi keberadaan Mollusca.

Penurunan kualitas air dapat dideteksi dengan menggunakan beberapa analisis seperti analisis fisika, kimia, serta analisis biologi. Analisis fisika dan kimia memang dapat digunakan sebagai monitoring kualitas air namun bersifat dinamis atau cenderung berubah-ubah terhadap waktu dan tempat. Analisis biologi memiliki kelebihan tersendiri yaitu penggunaan organisme biologi dapat mengintegrasikan sebagian besar variabel lingkungan pada kurun waktu yang relatif lama (Husamah & Abdulkadir, 2019).

Penentuan kualitas air dengan analisis biologi dilakukan dengan menggunakan organisme yang memiliki fungsi sebagai indikator yang dapat memberikan respon lebih baik untuk memantau kualitas air, sebab keberadaan organisme tersebut

yang menetap dan terus menerus terpapar polutan atau benda tercemar di wilayah perairan. Benda asing maupun polutan dapat mengakibatkan perubahan faktor fisika, kimia dan biologi di wilayah perairan sehingga dapat mengganggu lingkungan serta biota di dalamnya. Salah satu biota air yang rentan terhadap perubahan lingkungan adalah Mollusca (Triatmojo, 1999).

Sifat-sifat kimia dan fisika pada air yang umumnya digunakan dan diuji untuk menentukan tingkat pencemaran pada air yakni nilai pH atau derajat keasaman, suhu, oksigen terlarut, karbon dioksida, warna dan kekeruhan, jumlah padatan, nitrat, amoniak, fosfat, daya hantar dan klorida. Organisme yang dapat digunakan sebagai bioindikator suatu perairan adalah anggota gastropoda (Kristanto, 2004). Menurut penjelasan Pratiwi (2004), gastropoda (keong) peka terhadap perubahan yang terjadi di lingkungan sehingga masuk ke dalam kelompok organisme fakultatif yang dapat bertahan pada kisaran perubahan lingkungan yang tidak terlalu lebar.

Anggota kelompok dari filum Mollusca yang dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas air adalah bivalvia. Bivalvia dapat mengakumulasi logam berat

yang lebih besar dibandingkan dengan biota air lainnya sehingga menjadikannya sebagai salah satu indikator yang baik untuk memonitoring suatu pencemaran lingkungan (Darmono, 2001).

Filum Mollusca dapat ditemukan pada ekosistem perairan salah satunya berada di waduk Jatibarang Kota Semarang. Kota Semarang merupakan salah satu kota besar yang ada di Indonesia yang menjadi Ibu Kota Provinsi Jawa Tengah dan merupakan salah satu tujuan tempat migrasi. Penduduk kota mengalami peningkatan jumlah setiap tahunnya sehingga memerlukan perluasan tempat tinggal yang mengakibatkan daerah resapan air kian menurun (Badan Peraturan Daerah, 2011). Hal ini dapat menimbulkan permasalahan lingkungan seperti banjir yang selalu terjadi di pusat Kota Semarang.

Perkembangan Kota Semarang sebagai kota besar yang dijadikan salah satu tujuan migrasi turut menimbulkan permasalahan lain seperti ketersediaan suplai air bersih. Kebutuhan pasokan air akan bertambah berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk. Pertumbuhan jumlah penduduk yang tinggi mengakibatkan tidak semua lapisan masyarakat dapat menikmati air bersih (BPS, 2014).

Terdapat beberapa daerah di Kota Semarang yang termasuk sulit untuk mendapatkan suplai air bersih seperti di daerah Kecamatan Semarang Utara terutama di wilayah sekitar Pelabuhan Tanjung Mas. Masyarakat di wilayah sulit air tersebut kemudian banyak yang memanfaatkan air tanah dan air sungai untuk kebutuhan rumah tangga walaupun air yang mereka peroleh tersebut tidak layak untuk dikonsumsi sebab hampir seluruh sumur masyarakat di daerah tersebut berair payau dan asin karena adanya intrusi air laut (Alihar, 2018). Pemerintah kemudian membangun proyek untuk tempat limpahan air guna mengurangi banjir di kota. Pembangunan proyek waduk Jatibarang merupakan salah satu program pemerintah dalam mengurangi limpahan air saat hujan yang bertujuan untuk menjaga pasokan air baku. Proyek tersebut dimulai pada tanggal 15 Oktober 2009 bertempat di Kecamatan Mijen dan Gunungpati (Ginting dan Hatmoko, 2010).

Waduk Jatibarang merupakan bendungan utama di Semarang yang memiliki fungsi sebagai pengendalian banjir dan pengairan serta sebagai tempat wisata. Waduk serbaguna ini memiliki kapasitas daya tampung air sebesar 20,4 juta m³ dengan tinggi 74 meter serta

189 hektar luas genangan waduk dengan puncak 200 meter dan lebar puncak 10 meter. Daerah tangkapan waduk Jatibarang memiliki luas 54 km². Waduk Jatibarang ini memiliki desain banjir 170 m³/detik dengan pasokan air baku sebanyak 1.050 liter/detik, diharapkan dapat mengurangi debit banjir di Kota Semarang, potensi PLTMH 1,5 megawatt, serta potensi wisata baru (BBWS, 2009).

Aktivitas yang dilakukan di waduk serbaguna Jatibarang oleh masyarakat maupun pemerintah turut memberikan permasalahan lingkungan yang dapat berdampak pada penurunan kualitas air oleh masuknya limbah dari kegiatan industri, domestik dan pariwisata, sisa pakan dari kegiatan budidaya perikanan maupun proses sedimentasi sebagai akibat dari konversi lahan di daerah hulu (Apridiyanti, 2008). Kondisi dari kualitas perairan di bumi selalu mengalami perubahan baik dilihat dari segi kualitas maupun kuantitasnya, hal tersebut salah satunya akibat dari adanya aktivitas makhluk hidup (Dwitawati, 2015). Letaknya yang berada di dekat pemukiman warga dan berlokasi di sebuah kota besar disinyalir turut berpengaruh terhadap mutu dan kualitas air yang berada di waduk Jatibarang.

Kegiatan aktivitas peruntukan waduk tersebut bila tidak dikelola dengan baik maka akan memiliki dampak negatif terhadap sumber daya air yang diantaranya dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas air. Kondisi tersebut dapat mengganggu, merusak serta membahayakan makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air. Keberadaan benda asing yang terkandung dalam air sehingga menyebabkan air menjadi tidak dapat digunakan sesuai peruntukannya secara normal disebut pencemaran air.

Keanekaragaman Mollusca sebagai indikator kualitas air di Kuala Langsa Aceh juga pernah diteliti oleh Farah Adiba Shakra, dkk (2023). Penelitian ini mengkaji tentang keanekaragaman serta kemampuan peran Mollusca sebagai komunitas organik dan juga memberikan informasi tentang keanekaragaman Mollusca sebagai indikator bagi kualitas air di daerah penelitian tersebut. Hasil penelitian menunjukkan terdapat total 811 individu yang teridentifikasi 11 spesies dari 10 famili. Indeks keanekaragaman kawasan Kuala Langsa Aceh berkisar antara 1,02-1,61 yang artinya kualitas perairan di kawasan penelitian tersebut termasuk kedalam kategori tercemar sedang.

Kondisi ini menjelaskan jumlah individu hampir konstan serta beberapa jenis spesies yang mendominasi.

Riset empirik tentang diversitas gastropoda dan bivalvia perairan tawar waduk Jatibarang Kota Semarang masih sangat terbatas jumlahnya. Keanekaragaman plasma nutfah khususnya gastropoda dan bivalvia yang masuk ke dalam anggota filum Mollusca di kawasan tersebut belum banyak teridentifikasi, ditinjau dari segi jenis maupun habitat serta penyebarannya. Kurangnya informasi ilmiah tentang filum Mollusca dapat berdampak pada upaya pemanfaatan serta pengelolaannya. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah kualitas air yang ada di waduk Jatibarang Kota Semarang tercemar atau tidak dengan menganalisis keanekaragaman Mollusca sebagai bioindikator kualitas air yang mana lokasi waduk tersebut dekat dengan aktivitas warga serta air waduk tersebut difungsikan sebagai sediaan air baku bagi penduduk Kota Semarang.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana keanekaragaman filum Mollusca yang ada di waduk Jatibarang Kota Semarang?
2. Bagaimana kualitas air di waduk Jatibarang Kota Semarang berdasarkan bioindikator filum Mollusca?

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis keanekaragaman filum Mollusca yang ada di waduk Jatibarang Kota Semarang.
2. Untuk menganalisis kualitas air di waduk Jatibarang Kota Semarang berdasarkan bioindikator filum Mollusca.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti:

Manfaat penelitian ini bagi peneliti yaitu:

- a. Menambah pengetahuan, wawasan dan keterampilan dari keanekaragaman sumber daya alam di tempat yang diteliti.
 - b. Menambah referensi untuk melakukan kajian lebih lanjut tentang keanekaragaman filum Mollusca sebagai bioindikator kualitas air di waduk Jatibarang Kota Semarang sehingga dapat dihubungkan ke variabel lain yang beragam.
 - c. Memberikan gambaran kondisi kualitas perairan di waduk Jatibarang Kota Semarang serta rekomendasi pengelolaan berkelanjutan.
2. Bagi UIN Walisongo Semarang

Manfaat penelitian ini bagi instansi UIN Walisongo Semarang khususnya Fakultas Sains dan Teknologi adalah:

- a. Sebagai tambahan referensi ilmiah mengenai keanekaragaman filum Mollusca air tawar.
- b. Sebagai tambahan informasi dan referensi ilmiah mengenai biodiversitas filum Mollusca yang ada di waduk Jatibarang serta kaitannya sebagai indikator kualitas air.

3. Bagi Masyarakat:

Menjadikan tambahan informasi mengenai keanekaragaman dari filum Mollusca anggota kelompok gastropoda dan bivalvia di waduk Jatibarang Kota Semarang sebagai cara kelestarian lingkungan dan pengelolaan berkelanjutan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Keanekaragaman

Indonesia adalah negara dengan biodiversitas yang tinggi. Indonesia merupakan negara yang masuk ke dalam 15 negara terluas di dunia yang luas daratannya mencapai 1.916.862,20 km² pada tahun 2017 (BPS, 2019). Negara Indonesia dapat dijuluki sebagai pusat keanekaragaman hayati terbanyak di dunia berdasarkan luas wilayahnya. Negara ini sudah sejak lama dikenal dengan keanekaragaman hayatinya yang tinggi, hal ini ditandai dengan beranekaragamnya organisme, makhluk hidup di dalam suatu ekosistem (Romdhani & Sukarsono, 2016).

Biological diversity (biodiversitas) disebut juga keanekaragaman hayati yang dapat dikelompokkan menjadi tiga tingkat utama, yaitu keanekaragaman genetik, keanekaragaman spesies serta keanekaragaman ekosistem. Keanekaragaman genetik mencakup variasi genetik individual dalam suatu populasi serta variasi genetik diantara populasi-populasi yang sering kali diasosiasikan dengan adaptasi terhadap kondisi lokal.

Keanekaragaman spesies merupakan ragam spesies dalam suatu ekosistem atau di seluruh biosfer, semakin banyak spesies yang hilang karena punah maka keanekaragaman spesies turut berkurang. Keanekaragaman ekosistem merupakan ragam jumlah jenis ekosistem yang ada di biosfer (Campbell, 2010).

Negara Indonesia tergolong sebagai negara tropis yang terletak di $6^{\circ} 04' 30''$ Lintang Utara dengan $11^{\circ} 00' 36''$ Lintang Selatan dan antara $94^{\circ} 58' 21''$ Bujur Timur dengan $141^{\circ} 01' 10''$ Bujur Timur. Letak geografis inilah yang membuat Indonesia memiliki variasi curah hujan tahunan yang jelas (Wirohamidjojo dan Swarinoto, 2010). Lebih lanjut keanekaragaman iklim, jenis tanah dan adanya faktor lingkungan lainnya menyebabkan Indonesia memiliki keanekaragaman ekosistem yang tinggi.

Ekosistem merupakan organisme alam yang memiliki keterkaitan antara makhluk hidup dengan lingkungannya dan saling memiliki pengaruh antara satu sama lain. Transley (1935) mengemukakan bahwa ekosistem merupakan hubungan timbal balik antara komponen biotik

seperti tumbuhan, hewan, manusia bahkan mikroba dengan komponen abiotik seperti cahaya, udara, air, tanah dan lain sebagainya yang ada di alam, kemudian antara komponen tersebut membentuk suatu sistem. Komponen biotik atau faktor-faktor hidup semua organisme yang merupakan bagian dari lingkungan suatu individu, sedangkan komponen abiotik atau faktor tak hidup semua faktor kimiawi dan fisik (Campbell, 2008).

LIPI (2015) menjelaskan Indonesia mempunyai sekitar 74 ekosistem alami seperti ekosistem laut dalam, laut dangkal, pantai, mangrove, ekosistem dataran rendah, hutan kerangas, gambut, hutan pegunungan atas dan hutan pegunungan bawah, Indonesia juga mempunyai ekosistem yang tidak alami atau terjadi secara buatan seperti sawah, kebun, tambak, danau dan waduk. Ekosistem di Indonesia yang sangat beragam tersebut ditinggali oleh beragam spesies flora, fauna, serta mikroorganisme di dalamnya, sehingga membuat negara Indonesia memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi. Ekosistem alami adalah ekosistem yang memiliki komponen yang lengkap, tidak memerlukan

pemeliharaan atay subsidi energi karena dapat secara alami memelihara sendiri serta selalu dalam keadaan seimbang. Tipe ekosistem lain yaitu ekosistem buatan yang mana merupakan ekosistem yang memiliki komponen kurang lengkap, memerlukan subsidi energi, memerlukan pemeliharaan serta perawatan manusia, mudah terganggu dan umumnya mudah tercemar (Irwan, 2014).

Ragam ekosistem yang ada di Indonesia membuat negara Indonesia menempati urutan nomor dua setelah Brazil dari segi keanekaragaman hayati daratan (National Geographic, 2019). Keberadaan flora dan fauna sangatlah beragam di negara Indonesia ini. Keanekaragaman fauna di Indonesia sebagian kecil dapat terlihat dari adanya 115 spesies mamalia, 1.500 spesies burung, 600 spesies reptil dan 270 spesies amphibi (LIPI, 2021). Banyaknya ekosistem yang ada membuat perbedaan habitat dari masing-masing ekosistem, namun filum Mollusca khususnya gastropoda merupakan kelompok yang dapat menguasai berbagai habitat yang bervariasi tersebut (Mudjiono, 2010).

Menurut Susiana (2011), keanekaragaman merupakan jumlah jenis dalam suatu daerah komunitas atau cuplikan. Keanekaragaman jenis mengacu pada jumlah jenis dan jumlah individu setiap jenis serta sebagai suatu karakteristik tingkatan komunitas berdasarkan organisasi biologisnya. Keanekaragaman dapat diamati dengan melihat penampilan luar atau morfologi yang menjadi ciri-ciri dari makhluk hidup. Ciri-ciri morfologi yang dapat diamati persamaan maupun perbedaannya ini menyebabkan organisme yang sudah dikelompokkan berdasarkan sistem klasifikasi dalam taksonomi masih menunjukkan keanekaragaman di antara anggota setiap populasi (Sofro, 1994).

Keanekaragaman merupakan jumlah total spesies dalam suatu wilayah atau sebagai jumlah spesies antar jumlah total individu dari spesies yang ada pada suatu komunitas (Michael, 1984). Keanekaragaman hayati adalah suatu karakteristik dan komunitas berdasarkan adanya organisme biologi. Suatu komunitas bisa disebut mempunyai keragaman jenis yang tinggi apabila komunitas tersebut tersusun dari banyaknya jenis yang tinggi.

Bila suatu komunitas tersusun atas sedikitnya jenis dan sedikit saja yang dominan maka keanekaragaman jenis tersebut termasuk rendah (Hasan et al. 2020).

B. Filum Mollusca

Secara bahasa, Mollusca berasal dari Bahasa Latin yang artinya lunak. Mollusca merupakan suatu filum hewan yang tidak memiliki tulang belakang dan bersegmen, memiliki bagian kepala, kaki dan massa bagian dalam yang dilindungi oleh cangkang. Tidak semua anggota dari filum Mollusca memiliki cangkang, namun sebagian besar cangkang kerasnya mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) yang dimiliki oleh anggota filum tersebut akan disekresikan (Neniati, 2006). Mollusca memiliki tentakel yang berfungsi untuk alat gerak dan menangkap mangsa.

Mollusca mempunyai perbedaan pada masing-masing kelasnya. Meskipun terlihat berbeda namun anggota kelompok filum Mollusca memiliki bagian tubuh yang serupa yaitu bercirikan mempunyai tubuh yang lunak. Mollusca merupakan hewan selomata, tubuhnya terbagi menjadi tiga bagian utama yakni kaki yang

memiliki otot yang berfungsi sebagai alat gerak, massa viseral yang terdiri dari sebagian organ internal dan mantel yang merupakan lipatan jaringan dari Mollusca yang menyelimuti massa viseral dan menyekresi cangkang (Campbell et al. 2012).

Penyebaran filum Mollusca terdapat di berbagai wilayah, mulai dari pegunungan yang tinggi hingga di kedalaman laut, dari daratan hingga ke perairan. Sebagian besar filum Mollusca banyak dijumpai di perairan laut dibandingkan dengan di daratan ataupun perairan air tawar (Aji et al. 2015). Mollusca bisa hidup di semua jenis habitat baik di darat, air tawar, air payau serta air laut. Umumnya anggota kelompok filum Mollusca mempunyai kemampuan adaptasi yang cukup baik dan berperan sebagai indikator lingkungan, sebagian besar hidup di perairan dan menempel pada batu atau pada substrat yang lain (Ariana et al. 2019).

Berdasarkan tempat hidupnya Mollusca dibagi menjadi dua kelompok yaitu epifauna dan infauna. Epifauna merupakan organisme bentik yang hidup dan berasosiasi dengan permukaan substrat

sedangkan infauna merupakan organisme benthik yang hidup di dalam substrat (sedimen) dengan cara menggali lubang (Nybakken, 1992). Sebagian besar anggota Mollusca hidup di lautan namun ada pula yang habitatnya di perairan tawar bahkan ada sebagian kelompok Mollusca yang hidup di daratan (Safa'ah, 2018).

Mollusca memiliki keanekaragaman yang tinggi. Filum Mollusca mempunyai bentuk tubuh yang beranekaragam mulai dari bentuk tubuh yang menyerupai silindris hingga hampir berbentuk bulat. Mollusca memiliki anggota yang bentuknya sangat beragam sehingga dibagi menjadi delapan kelas berdasarkan bentuk tubuh serta beberapa sifat khas lainnya, yaitu:

1. Gastropoda

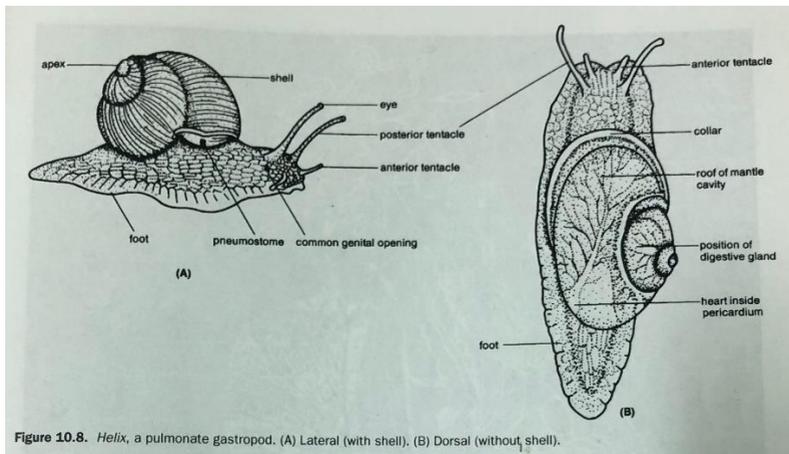
Gastropoda merupakan hewan dari filum Mollusca yang memiliki cangkang tunggal biasanya disebut siput atau keong. Cangkang siput pada umumnya berbentuk seperti kerucut dan tabung melingkar seperti konde yang terdiri dari empat lapisan. Gastropoda memiliki bentuk telapak kaki yang datar; hidup merayap pada substrat yang keras dan saat

merayap akan mengeluarkan lender. Kebanyakan gastropoda bernafas dengan menggunakan insang (Marbun, 2017).

Gastropoda saat masuk fase dewasa akan memiliki tubuh yang asimetris meskipun pada mulanya berkembang dari larva yang simetris bilateral. Gastropoda makan dengan cara mengambil makanannya menggunakan radula berparut yang menyerupai lidah. Kelompok ini mempunyai kepala yang jelas dengan dua mata yang berada di atas tangkai serta bergerak menggunakan kaki perut (Kimball, 1983) dan (Febrita et al., 2015). Gastropoda merupakan hewan dasar yang memakan detritus (*detritus feeder*) (Saripantung et al., 2013). Gastropoda dapat hidup di berbagai tempat mulai dari laut, rawa-rawa, sungai, danau, hutan serta hidup di air tawar, air payau, air laut dan juga di daratan (Satria et al., 2012).

Kelas gastropoda memiliki tiga karakteristik utama penting yang nampak di sebagian besar gastropoda, antara lain yaitu kepala yang berkembang dengan baik, kaki berotot yang berfungsi untuk merayap atau

berenang, dan cangkang asimetris tunggal yang terbuat dari kalsium karbonat serta bahan organik. Jenis gastropoda lainnya juga ada yang tidak memiliki cangkang, untuk cangkang siput pada umumnya melingkar ke kanan searah dengan jarum jam, namun ada pula cangkang yang melingkar ke kiri berlawanan dengan jarum jam misalnya pada busyon. Cangkang gastropoda sesil tertentu melingkar tidak beraturan atau berkerut dan umumnya memangjang (Wallace, dan Walter, 2002).



Gambar 2.1 Morfologi dan Anatomi Gastropoda

Sumber: invertebrate Zoology A Laboratory Manual Sixth Edition, 2002

Menurut Hegner & Engeman (1968) dan Suwigyo (2005), gastropoda dibagi menjadi tiga subkelas antara lain yaitu:

a. Subkelas Prosobranchia

Subkelas ini mempunyai karakteristik dua buah insang yang terletak pada sisi anterior, sistem syaraf terpin yang menyerupai bentuk dari angka delapan, memiliki dua buah tentakel, serta pada umumnya memiliki cangkang yang tertutup oleh operkulum. Sebagian besar dari subkelas ini hidup di laut namun terdapat pengecualian untuk famili Cyclophoridae dan Pupinidae yang hidupnya di daratan dan bernafas dengan menggunakan paru-paru, sedangkan famili Thiaridae hidup di air tawar. Subkelas Prosobranchia terbagi menjadi tiga ordo berdasarkan karakteristiknya yang beragam yaitu ordo Archaeogastropoda, ordo Mesogastropoda, ordo Neogastropoda. Ordo pada subkelas prosobranchia dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1. Ordo pada Subkelas Prosobranchia

No	Ordo	Karakteristik	Contoh
1.	Archaeogastropoda	Insang primitif berjumlah satu atau dua dalam dua filamen, cangkang simetris, jantung beruang dua, nefrida berjumlah dua, umumnya hidup di laut dan menempel pada permukaan karang.	<i>Haliotis</i> , <i>Trochus</i> , <i>Acmaea</i> , <i>Diodora</i> , <i>Calliostoma</i> , dan <i>Neretina</i> .
2.	Mesogastropoda	Insang dalam satu filamen, jantung beruang satu, nefridium berjumlah satu, tujuh buah radula pada mulut dalam satu baris, umumnya hidup di daerah hutan bakau, tepian pantai, dibalik koral atau karang-karang.	<i>Littorina</i> , <i>Vermicularis</i> , <i>Strombus</i> , <i>Atlanta</i> , <i>Polinices</i> , <i>Crepidula</i> , <i>Campeloma</i> dan <i>Charonia</i>
3.	Neogastropoda	Memiliki satu insang dalam susunan satu baris filamen, jantung beruang satu, satu buah nefridium, tiga buah atau kurang radula pada mulut dalam satu baris, hidup pada batu karang bertemperatur panas, daerah tropis pasang	<i>Murex</i> , <i>Conus</i> , <i>Colubraria</i> , <i>Hemifusus</i> , <i>Urosalpinx</i> <i>Buccinum</i> dan <i>Busycon</i> .

surut, laut lepas pantai, laut dangkal maupun laut yang berlumpur.

b. Subkelas Opisthobranchia

Gastropoda pada kelompok subkelas ini memiliki dua buah insang yang terletak pada bagian posterior. Secara umum pada subkelas Opisthobranchia memiliki karakteristik cangkang tereduksi dan terletak di dalam mantel, memiliki satu buah nefridia, satu ruang jantung dan organ reproduksi berumah satu. Subkelas Opisthobranchia sebagian besar hidup di laut. Subkelas ini terbagi menjadi delapan ordo yaitu seperti pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2. Pembagian Ordo Subkelas Opisthobranchia

No	Ordo	Karakteristik	Contoh
1.	Chepalaspidea	Umumnya letak cangkang eksternal, besar dan tipis, kepala besar dilengkapi Cephalic Shield, umumnya memiliki parapodia yang lebar, kepala bagian dorsal membentang seperti tameng.	<i>Hydatina</i> , <i>Gastropteron</i> dan <i>Bulla</i>
2.	Anaspidea	Kelinci laut, tubuh besar, cangkang kecil yang tersembunyi dalam mantel, tubuh simetribilateral sekunder, memiliki rongga mantel, kaki terdapat prodia di bagian lateral	<i>Aplysia</i> , <i>Akera</i>
3.	Thecosomata	Bentuk kerucut, mantel parapodia termodifikasi dari kaki cangkang rongga besar, lebar	<i>Cavolinia</i> .

- yang berfungsi sebagai alat gerak renang, hewan berukuran mikroskopik, dan bersifat planktonik.
4. Gymnosomata Tidak memiliki cangkang dan mantel, parapodia sempit, berukuran mikroskopik dan bersifat planktonik. *Clione, Cliopsis, Pneumoderma.*
 5. Nataspidea Letak cangkang internal, eksternal bahkan tanpa cangkang, tidak terdapat rongga mantel, plicate gill satu buah yang letaknya di sisi kanan. *Umbraculum*
 6. Acochilidiacea Ukuran tubuh kecil diliputi spikula, tidak memiliki cangkang, insang dan gigi, visceral mass besar dan memipih pada batas kaki. *Microhedyle.*

7. Sacoglossa Dengan atau tanpa *Berthelinia*.
cangkang, radula dan buccal area, termodifikasi menjadi alat penusuk dan penghisap alga.
8. Nudibranchia Cangkang tereduksi, *Glossodoris*.
tanpa insang sejati, bernafas dengan insang sekunder yang berada di sekeliling anus, rongga mantel tidak ada, permukaan dorsal tubuh dilengkapi cerata yang berupa tonjolan dari kelenjar pencernaan.
-

c. Subkelas Pulmonata

Pulmonata merupakan subkelas dari gastropoda yang bernafas dengan paru-paru. Karakteristik lain dari subkelas ini yakni memiliki bentuk cangkang yang spiral, kepala dilengkapi dengan satu sampai dua pasang tentakel, sepasang diantaranya memiliki mata, rongga mantel terletak pada bagian interior, serta bercirikan organ

reproduksi hermaprodit atau berumah satu. Subkelas ini terbagi ke dalam dua ordo seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.3. Pembagian Ordo Subkelas Pulmonata

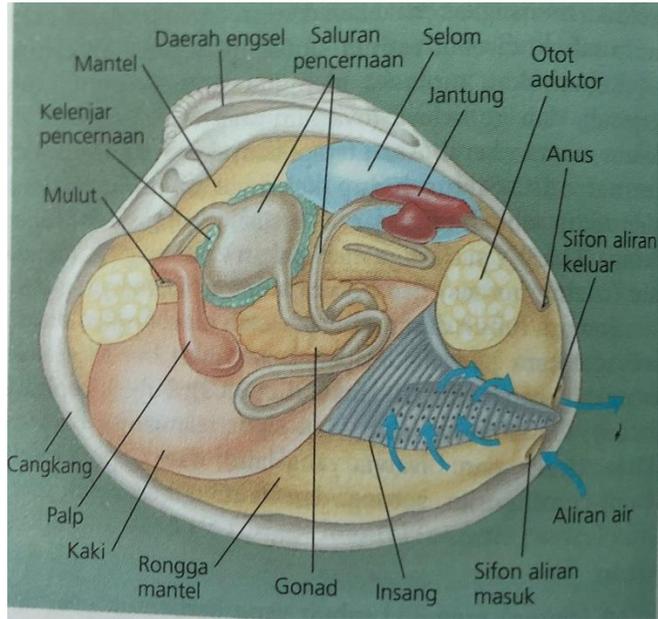
No	Ordo	Karakteristik	Contoh
1.	Stylomatophora	Memiliki dua pasang tentakel, sepasang diantaranya memiliki mata yang berada di ujungnya, sebagian besar hidup di daratan.	<i>Achatina</i> , <i>Triodopsin</i> , <i>Limax</i> .
2.	Basomatophora	Memiliki dua pasang tentakel, sepasan diantaranya memiliki mata pada bagian depannya, sebagian besar anggotanya hidup kosmopolitan di air tawar.	<i>Lymneae</i> , <i>Physa</i> , <i>Helisoma</i> , <i>Ferrissia</i> .

2. Bivalvia

Bivalvia merupakan hewan dari filum Mollusca yang biasanya memiliki tubuh simetri bilateral, memiliki cangkang setangkup dan sebuah mantel yang berupa dua daun telinga atau cuping. Bivalvia tidak memiliki radula dan kepala atau tentakel yang nyata. Cangkang dari bivalvia terdiri dari tiga lapisan, bagian tertua dari cangkang terletak pada gabungan engsel yang disebut umbo. Setangkup cangkang membuka dan menutup oleh adanya otot pengikat (*adductor muscle*) (Romimohtarto & Juwara, 2005).

Sebagian besar kelompok kelas bivalvia merupakan pemakan suspensi. Bivalvia menangkap partikel makanan di dalam mucus yang menyelubungi insangnya, kemudian bagian silia mengantarkan ke mulut. Air masuk melalui rongga mantel melalui sifon aliran melewati insang lalu keluar dari rongga mantel melalui sifon aliran keluar. Rongga mantel pada bivalvia memiliki insang yang diperuntukan sebagai pertukaran gas serta pada sebagian spesies bivalvia sekaligus untuk menangkap

makanan yang dapat dilihat pada gambar 2.1. (Campbell, 2012).



Gambar 2.2 Anatomi Kima (Bivalvia)

Sumber: Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2, 2012

Salah satu karakteristik dari bivalvia yakni adanya sepasang cangkang yang pada kedua cangkang tersebut dihubungkan dengan ligamen elastis pada bagian dorsal engsel. Habitat hidup bivalvia tersebar di perairan air laut dan perairan tawar, namun lebih banyak ditemukan pada habitat perairan air laut.

Ditinjau dari kelimpahan bivalvia baik yang hidup di perairan air laut maupun tawar serta dari habitat dingin ke daerah tropis, bivalvia tergolong kelas yang memiliki adaptasi tinggi (Masrur, 2011). Anggota kelompok bivalvia bersifat *filter feeder*, yang mana apabila ditinjau dari segi ekologi memiliki peran menjadi biofilter alami perairan terhadap akumulasi material serta zat pencemar atau zat beracun (Andriati et al. 2020).

Bivalvia terdiri dari 11.000 spesies hidup dan 15.000 spesies fosil (Suwignyo, 1989). Menurut ITIS (2015), bivalvia dikelompokkan menjadi enam yaitu Ordo Pholadomyoidea, superordo Crytidonta, subkelas Heterodonta, subkelas Palaeoheterodonta, subkelas Protobranchia, subkelas Pteriomorpha.

Tabel 2.4. Pembagian Subkelas dan Ordo pada Bivalvia

No	Subkelas	Karakteristik	Ordo
1.	Paleotaxodonta	Ukuran kecil, engsel bergerigi kecil, insang untuk respirasi tidak untuk penyaring makanan, hidup di laut dangkal dan sebagian kecil di laut dalam (Pitaloka, 2015).	Nuculidae
2.	Cryptodonta	Cangkang agak panjang namun tipis, tidak memiliki gigi engsel, bersimbiosis dengan bakteri untuk membantu pencernaan sebab ukuran ususnya kecil, hidup di laut dalam (Octaviana, 2016).	Praecardioida dan Solemyoida
3.	Pteriomorpha	Insang berlapis-lapis, hewan epibentik menempel di substrat dengan benang byssus, memiliki kaki yang tereduksi, hidup di laut,	Arcoida, Osteroida, Pectinoida, Limoida, Mytiloida,

- merupakan kerang air dan laut (Bieler dan Pterioida Mickelson, 2006).
4. Paleoheterodonta Terdapat dua bagian Unionoida cangkang yang bentuk , Trigonoi- serta ukurannya sama da dan namun memiliki gigi Modiomor engsel yang berada pha dalam satu baris dan tidak terpisah (Bieler et al., 2010).
 5. Heterodonta Memiliki sejumlah gigi Lucinoida, kardinal dan gigi latera Myoida, yang panjang, insang dan berlapis-lapis, terdapat Veneroida sebuah sifon, sedikit lapisan nacreus pada cangkang (Bieler et al., 2010).
 6. Anomalodesmata Terdapat keping Pholado- tambahan yang yang myoida melekat pada umbo untuk menyatukan cangkangnya, hidup di lubang dalam lumpur, kayu busuk dan karang (Dharma, 1992).

3. Chepalopoda

Kelas ini meliputi cumi-cumi, sotong, Nautilus (satu-satunya kelas chepalopoda yang mempunyai cangkok luar), dan gurita. Chepalopoda memiliki kaki yang terletak di bagian kepala, mengalami modifikasi dan berfungsi untuk memegang, sedangkan mantel beradaptasi untuk berenang. Badannya ditutupi oleh mantel yang di dalamnya terdapat insang sedangkan di bagian luar mantel sisi kanan dan kiri terdapat sirip yang berfungsi sebagai pendayung untuk berenang ke depan dan ke belakang (Rusyana, 2013).

4. Scaphopoda

Kelas yang meliputi Mollusca laut dan jarang ditemukan. Memiliki ukuran tubuh yang kecil serta hidup terpendam di dalam pasir atau lumpur, biasanya disebut keong gigi karena memiliki bentuk cangkang yang seperti gigi ular yang tipis dan panjang. Ciri khusus yang membedakan kelas ini adalah cangkangnya meruncing dari ujung depan hingga belakang sehingga disebut sebagai

cangkang gading (tusk shell) (Miller dan Hailey, 2005).

5. Polyplacophora

Polyplacophora merupakan kelas yang memiliki banyak cangkang dan pada umumnya berjumlah delapan yang terletak di atas permukaan dorsal diwakili oleh kiton. Kiton merupakan organisme bergerak lambat yang keberadaannya tidak terlalu banyak di pantai laut atau kelompok Mollusca yang relative kecil, cangkangnya terdiri beberapa lempeng terpisah yang saling tindih (George, 2006).

6. Monoplacophora

Kelas ini telah punah beruta-juta tahun yang lalu namun baru ditemukan kembali pada tahun 1952. Bentuk tubuh menyerupai siput kecil dengan ukuran tidak lebih dari 3 cm. bagian dorsal tubuhnya tertutup sebuah cangkang, ventral tubuhnya terdapat sebuah kaki yang datar dan bundar, pada bagian lateral dan posterior kaki dikelilingi rongga mantel yang luas. Monoplacophora selain memiliki ciri khas Mollusca namun secara internal juga

bersegmen. Hal ini memperkuat pendapat bahwa Mollusca dan annelida memiliki hubungan kekerabatan yang dekat (Kimball, 1983).

7. Neomeniomorpha

Tubuh Neomeniomorpha berbentuk seperti cacing yaitu tubuhnya memanjang dan tidak memiliki cangkang. Selain itu kepala tidak jelas, tidak mempunyai alat ekskresi maupun gonoduct, pada beberapa spesies dalam kelas ini tidak memiliki radula. Bentuk tubuh Neomeniomorpha sedikit pipih secara lateral dan memiliki lekukan ventral serta mantel menutup seluruh tubuh kecuali pada bagian yang berlekuk. Kelas ini biasa dijumpai di laut dekat dengan koloni coelenterate karena memakan polip-polip ceolenterata (Suwignyo, 2005).

8. Chaetodermomorpha

Bentuk tubuh menyerupai cacing tidak memiliki cangkang, menyerupai solenogasters secara structural, dan seluruh tubuhnya ditutupi oleh sisik yang mengandung khitin yang dihasilkan epidermis mantel tertanam dan

mengarah ke posterior. Hewan ini hidup di dalam sedimen pasir dan memakan utamanya adalah detritus serta mikroorganisme laut (Lytle, 2005).

Mollusca masuk ke dalam salah satu kelompok anggota komunitas fauna bentik atau zoo-bentos. Fauna bentik berdasarkan kebiasaan hidupnya masuk ke dalam golongan infauna yakni menetap dalam sedimen dan epifauna yaitu yang hidup menempel pada daun lamun dan di atas dasar laut. Bentos sendiri merupakan organisme (termasuk hewan dan tumbuhan) dasar perairan yang hidup di permukaan dasar maupun yang hidupnya di dasar perairan. Pada awal penggolongan bentos dibagi menjadi dua golongan saja yaitu fitobentos serta zoobentos, namun seiring berjalannya waktu Hutchinson (1976), mengelompokkan bentos menjadi dua golongan berdasarkan ukurannya. Penggolongan bentos berdasarkan ukurannya menjadi mikrobentos yaitu sebutan untuk golongan bentos yang ukurannya mikroskopis, serta makrobentos. (Fachrul, Melati, M., 2007).

Gastropoda merupakan kelompok invertebrata yang mempunyai tubuh lunak, simetri bilateral, tertutup mantel yang menghasilkan cangkang dan kaki ventral. Tubuh gastropoda sangat bervariasi, memiliki cangkang yang berulir sebagai rumah berupa rangka luar dan dilengkapi dengan tentakel dan mata, serta kaki lebar berotot yang digunakan untuk merayap. Gastropoda merupakan salah satu hewan yang dijelaskan dalam QS An-Nuur/24:45;

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﴾

Terjemahnya:

Dan Allah telah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas permukaan perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang dikehendaki-Nya, sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.

Ayat di atas menjelaskan tentang kebesaran kekuasaan-Nya. Setiap hewan yang Allah ciptakan berasal dari air yang merupakan bagian dari materi-Nya. Beberapa hewan diantaranya berjalan menggunakan perut ada pula yang berjalan menggunakan empat kaki. Hewan yang berjalan menggunakan perut antara lain seperti buaya, ular, siput dan hewan melata lainnya. Perbedaan hewan ini telah diatur oleh-Nya sebagai pengatur Yang Maha Bijaksana dan tidak ada sedikitpun yang tidak diketahui oleh-Nya (Shihab, 2009). Gastropoda merupakan kelas terbesar dari phylum Mollusca yang berjalan dengan menggunakan perut seperti yang dimaksud dalam ayat tersebut. Allah SWT menciptakan segala sesuatu dengan tujuan tertentu, ciptaan-Nya tersebut pasti memiliki peran dan manfaat terutama bagi kehidupan manusia.

C. Filum Mollusca sebagai Bioindikator

Bioindikator merupakan organisme yang memiliki toleransi terhadap lingkungan yang terbatas, sehingga dengan adanya organisme inilah dapat digunakan sebagai tolak ukur keadaan suatu lingkungan serta mengasumsikan bahwa kondisi

lingkungan tersebut telah menandakan kebutuhan fisik, kimia, serta nutrisi yang diperlukan di lingkungan tersebut telah terpenuhi. Bioindikator dapat dibagi menjadi dua berdasarkan jenisnya yakni bioindikator pasif dan bioindikator aktif. Bioindikator pasif merupakan suatu spesies organisme, penghuni asli pada suatu habitat yang keberadaannya mampu menunjukkan adanya perubahan yang dapat diukur pada lingkungan yang berubah di biotop (detektor), sedangkan bioaktif merupakan suatu spesies organisme yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap polutan, spesies organisme ini umumnya diintroduksi ke suatu habitat untuk mengetahui dan memberi peringatan dini terjadinya polusi (Pratiwi, 2019).

Menurut McGeoch (1998), dalam penerapannya bioindikasi dapat digolongkan dalam tiga kategori yaitu

1. Indikator lingkungan merupakan spesies atau kelompok spesies yang yang tanggap dengan kondisi lingkungan yang rusak atau dengan adanya perubahan lingkungan. Organisme ini bisa digunakan untuk menduga dan memonitoring perubahan kondisi lingkungan

fisika dan juga kimia. Penggolongan indikator ini terbagi menjadi lima yaitu sentinels, detektor, eksploiter, akumulator serta bioassay organism.

2. Indikator ekologis merupakan karakteristik takson atau kelompok yang memiliki kepekaan dalam mengidentifikasi macam-macam faktor yang ada di ekosistem. Organisme ini dapat merepresentasikan adanya pengaruh dari tekanan-tekanan ini terhadap biota serta responnya ditandai dengan sedikitnya takson yang dijumpai pada habitat tersebut. Organisme indikator ekologis ini juga bisa memonitor adanya pengaruh stressor terhadap perubahan kondisi biota dalam kurun waktu yang lama.
3. Indikator keanekaragaman hayati merupakan kelompok takson atau kelompok fungsional dimana keanekaragamannya bisa merepresentasikan beberapa ukuran tentang keragaman seperti kekayaan jenis, maupun endemisitas, takson di atasnya dalam sebuah habitat atau kelompok habitat, hal ini membuatnya dapat digunakan sebagai

identifikasi keragaman hayati maupun pemantau adanya perubahan keanekaragaman hayati. Penggolongan indikator keanekaragaman hayati terbagi menjadi tiga yaitu kelompok referensi, kelompok kunci dan kelompok *focal*.

Hodkinson dan Jackson (2005) menerapkan beberapa kualifikasi umum untuk menentukan suatu organisme agar dapat dijadikan sebagai bioindikator:

1. Takson yang lebih tinggi dan/atau diambil takson yang telah diketahui secara rinci serta taksonominya jelas dan tidak sulit untuk dilakukan identifikasi.
2. Macam-macam sifat biologi organisme tersebut sudah dikenali dengan baik dan memiliki respon yang baik terhadap adanya faktor tekanan atau perubahan habitat.
3. keberadaan organisme yang akan digunakan tersebut jumlahnya melimpah serta dapat dengan mudah untuk diberi perlakuan tertentu.

4. Memiliki keterkaitan yang kuat dengan seluruh komunitas dan/atau dengan berbagai faktor tekanan lingkungan.

Bioindikator merupakan makhluk hidup yang bisa digunakan sebagai indikator suatu kualitas lingkungan sehingga bisa mengetahui serta memperbaiki suatu lingkungan yang mengalami pencemaran dan dapat meneruskan langkah-langkah konservasi guna mempertahankan kualitas lingkungan yang baik (Kawuri et al., 2012). Makhluk hidup atau organisme yang dapat dijadikan sebagai parameter biologi misalnya kelompok serangga air seperti capung dan kumbang air (Leba, 2013). Fitoplankton juga dapat digunakan sebagai bioindikator untuk mengevaluasi kondisi kualitas perairan dan tingkat kesuburan (Melati dkk, 2005).

Mollusca merupakan spesies yang peka terhadap perubahan kualitas air di kawasan tempat hidupnya, maka sebab itu kelompok anggota filum ini dapat dijadikan sebagai parameter biologis atau disebut bioindikator guna mengetahui suatu kualitas perairan (Wahyuni, 2017). Mollusca umumnya sangat peka terhadap

perubahan lingkungan perairan yang ditempatinya oleh sebab itu filum ini sering digunakan sebagai bioindikator pada suatu perairan dikarenakan cara hidup, ukuran tubuh, perbedaan kisaran toleransi di antara spesies di dalam lingkungan perairan (Prasetio, 2017). Toleransi merupakan daftar dari nilai toleransi untuk tiap-tiap takson yang dipergunakan dalam perhitungan berbagai indeks yang telah teruji utamanya untuk indeks biotik tingkat spesies Hilsenhoff serta Indeks *Famili Biotic Index* (FBI). Nilai toleransi memiliki kisaran angka mulai dari nol yang mengindikasikan bahwa organisme tersebut sangat tidak toleran terhadap pencemaran organik, serta nilai yang menunjukkan angka sepuluh mengindikasikan bahwa organisme tersebut sangat toleran terhadap polutan organik. Nilai toleransi sebagian besar diambil dari Hilsenhoff (1987) tetapi kemudian dimodifikasi menggunakan data terakhir dari Bode et al., (1996 dan 2002). dalam daftar Hilsenhoff tidak menyertakan beberapa spesies yang kemudian besaran nilai toleransinya ditetapkan berdasarkan data kualitas air dari Biomonitoring Unit di New York serta dari sumber referensi literatur lainnya

((Bode dkk, 1996; Plafkin dkk., 1989: Mackie, 2000). Nilai Toleransi anggota famili pada filum Mollusca untuk penerapan dalam indeks FBI modifikasi adalah sebagai berikut:

Tabel 2.5 Nilai Toleransi Taksa pada Filum Mollusca

Kelas	Famili	Nilai Toleransi (ti)
Gastropoda	Physidae	8
	Lymnaeidae	6
	Planorbidae	7
	Ancylidae	6
	Viviparidae	6
	Pleuroceridae	6
	Bithyniidae	8
	Hydrobiidae	6
	Valvatidae	8
Pelecypoda/Bivalvia	Unionidae	6
	Corbiculidae	6
	Dreissenidae	8
	Sphaeriidae	6
	Pisidiidae	8

Mollusca tergolong masuk pada kelompok bentos, yaitu merupakan organisme dasar perairan termasuk hewan maupun tumbuhan yang hidupnya di

permukaan dasar ataupun di dasar perairan. Hutchinson (1976) merubah penggolongan bentos yang semula digolongkan sebagai *fitobentos* dan *zoobentos* menjadi dikelompokkan berdasarkan ukuran tubuh bentos yaitu mikrobentos dan makrobentos. Bentos memiliki daya toleransi terhadap pencemar bahan organik yang kemudian dibagi menjadi tiga (Lee dkk., 1978 dan Ravera, 1979), adapun sebagai berikut:

1. Jenis Intoleran

Jenis ini memiliki batas toleransi yang sedikit terhadap pencemaran serta tidak tahan dengan adanya tekanan lingkungan sehingga hanya hidup dan berkembang di perairan yang belum atau hanya sedikit tercemar.

2. Jenis Toleran

Jenis ini memiliki batas toleransi yang cukup banyak sehingga bisa tetap hidup dan berkembang hingga mencapai kepadatan tertinggi pada perairan yang tercemar berat. Cara untuk mengetahui adanya jenis organisme ini pada lingkungan perairan perlu digunakan indikator yang dapat merepresentasikan tingkat atau derajat kualitas suatu habitat.

3. Jenis Fakultatif

Jenis ini bisa bertahan hidup di lingkungan yang cenderung lebar antara perairan yang belum tercemar hingga tercemar sedang serta masih bisa bertahan hidup di perairan yang tercemar berat. Jenis fakultatif ini dibedakan lagi menjadi fakultatif intoleran (jenis yang lebih banyak hidup di perairan tercemar ringan) dan fakultatif toleran (jenis yang banyak ditemukan di perairan tercemar sedang) (Fachrul, 2007).

Filum Mollusca merupakan entitas organik hayati yang memiliki kepekaan terhadap perubahan sifat air pada habitat tempat hidupnya (Athifah, 2019). Menurut penjelasan Pratiwi (2004), Mollusca kelompok gastropoda atau jenis keong memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan yang dikategorikan sebagai kelompok organisme fluktuatif yang dapat bertahan pada kisaran perubahan lingkungan yang tidak terlalu lebar. Mollusca yang diantaranya meliputi gastropoda dan bivalvia merupakan salah satu kelas yang dapat dijadikan sebagai bioindikator pada ekosistem perairan karena memiliki kemampuan untuk dapat beradaptasi di berbagai

habitat serta mengakumulasi logam berat tanpa mengalami kematian (Wahyuni, dkk, 2016) dan (Cappenberg dan Aswandy, 2006). Hewan invertebrata ini dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran air sebab memiliki sensitivitas terhadap senyawa polutan yang ada di lingkungan hidupnya serta kemampuannya yang cukup baik untuk beradaptasi dan berperan sebagai indikator lingkungan, sebagian besar hidup di daerah perairan dan menempel pada batu atau permukaan lainnya (Ariani et al. 2019).

Indikator pencemaran air dapat diketahui dengan melihat tingkat keanekaragaman yang ada di wilayah perairan tersebut. Struktur komunitas biota air dapat dilihat berdasarkan komposisi kelimpahan, keanekaragaman, serta distribusinya. Karakteristik komunitas dibedakan menjadi lima yaitu keanekaragaman jenis, bentuk dan struktur pertumbuhan, dominasi, kelimpahan relatif. Penentuan kualitas perairan dengan bioindikator melalui kehadiran atau ketidakhadiran, perbandingan jumlah kepadatan antar jenis atau kelompok antar ruang dan waktu dan dominansi taksa tertentu (Wibowo, 2012).

D. Kualitas Air

Air merupakan memiliki peranan penting bagi komponen lingkungan hidup untuk keberlangsungan hidup tiap-tiap organisme. Air memiliki banyak fungsi untuk menunjang berbagai kebutuhan antara lain untuk sektor pertanian, hortikultura, peternakan, perikanan, konsumsi rumah tangga, industri, generator energi bahkan untuk sektor pariwisata (Sukmawati, 2019). Peranan penting air menjadikannya perlu untuk diperhatikan kualitasnya supaya dapat digunakan bagi keberlangsungan hidup semua organisme, maka oleh sebab itu diperlukan tempat untuk menampung limbah air sebagai penunjang kebutuhan tersebut. Sebagai sumber persediaan, kelestarian air harus dijaga sehingga dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk menunjang kehidupan manusia (Pasal 33 UUD 1945).

Air agar bersih dan tidak membahayakan bagi kesehatan perlu melalui proses pengolahan terlebih dahulu yaitu proses penjernihan yang bertujuan agar air baku sesuai untuk standart air bersih atau air minum. Menurut PP No. 122/2015 air baku merupakan kumpulan air yang berasal

dari air permukaan, tanah, maupun air angkasa yang memiliki kriteria atau standart tertentu (Atikah, 2023). Klasifikasi mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.6 Klasifikasi Mutu Air Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001

Kelas	Kegunaan
I	Air baku, air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
II	Prasarana/sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, mengairi pertamanan dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
III	Pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
IV	Mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
pH	-	6-9	6-9	6-9	5-9
BOD	mg/L	2	3	6	12
COD	mg/L	10	25	50	100
DO	mg/L	6	4	3	0

Air yang tidak tercampur oleh bahan pencemar mengintegrasikan sejumlah besar area ditempati oleh manusia dan berbagai macam spesies yang ada, sedangkan air yang kotor atau telah tercampur oleh bahan pencemar akan membuat penyebaran jumlah manusia menurun serta suatu spesies tertentu akan mendominasi (Dirham & Trianto, 2020). Dalam penggunaannya pasti mempunyai persyaratan tertentu seperti parameter fisika, kimia, atau biologi karakteristik air (Lewiss, 2008). Batasan parameter tersebut seperti ambang batas yang diizinkan dari konsentrasi zat-zat beracun untuk air minum, suhu, pH untuk mendukung anggota komunitas invertebrata, sehingga kualitas air bisa didefinisikan oleh beragam variabel yang membatasi penggunaan air (Hamzah dkk., 2016). Mengingat pentingnya peranan air bagi manusia,

tumbuhan, hewan, organisme yang berada di dalam air serta makhluk hidup lainnya, adanya perubahan kualitas air dapat memberi pengaruh untuk keberlangsungan hidupnya.

Observasi terhadap mutu air sangat diperlukan guna menjaga kelestarian sumber daya ini. Hasil penilaian kualitas air akan memperoleh nilai indeks kualitas air dimana indeks tersebut merupakan salah satu hal yang sangat efektif untuk menjadi sumber informasi tentang kualitas air bagi pemerhati lingkungan serta pengambil kebijakan (Yisa dan Jimoh, 2010). Parameter kualitas air yang diharapkan untuk masing-masing pergerakan memiliki pedoman kualitas yang berbeda sehingga perlu adanya pengujian kualitas air untuk mengetahui kualitasnya seperti apa serta peruntukannya (Sulistyorini et al., 2017). Perubahan kualitas air dapat diamati dengan melakukan biomonitoring kualitas air dengan menggunakan indikator biologi yaitu makroinvertebrata (Kahirun, dkk, 2019). Spesies indikator atau biasa disebut indikator biologi ini bisa digunakan untuk mengukur kualitas air karena bisa merepresentasikan atau merespon

secara khusus terhadap adanya beberapa perubahan yang terjadi seperti pH, suhu serta faktor fisika-kimia lainnya (Ali & Rosyadi, 2010).

E. Waduk Jatibarang Kota Semarang

Waduk atau reservoir merupakan danau alam maupun danau buatan, kolam penyimpanan atau pembendungan sungai yang berfungsi untuk menyimpan kelebihan air saat musim penghujan sebagai upaya pengendalian banjir dan memanfaatkan lebih air saat musim hujan tersebut untuk dialirkan guna memenuhi kebutuhan air saat musim kemarau. Selain itu waduk umumnya juga diperuntukan sebagai pembangkit listrik tenaga air atau mikrohidro serta dapat dijadikan sebagai tempat wisata (Naryanto et al, 2019). Bendungan atau waduk merupakan ekosistem perairan yang bermanfaat bagi organisme yang hidup di dalamnya. Waduk adalah perairan tawar yang termasuk ke dalam kategori perairan lentik yang merupakan kumpulan massa air yang relatif diam atau tenang (Marwoto, 2014).

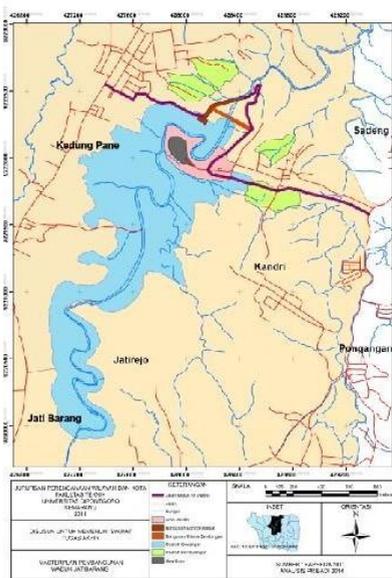
Kota Semarang adalah kota besar yang menjadi salah satu tujuan migrasi karena merupakan Ibu

Kota dari Provinsi Jawa Tengah. Oleh sebab itu tingginya angka migrasi membuat bertambahnya luas lahan yang dibutuhkan untuk tinggal. Selain karena kepadatan jumlah penduduk membuat kebutuhan lahan makin bertambah membuat daerah resapan air berkurang sehingga menyebabkan banjir. Adanya penambahan jumlah imigran juga membuat pasokan air di kota Semarang bertambah penggunaannya.

Waduk Jatibarang dibangun sebagai bentuk Pengelolaan Sumber Daya Air (PSDA) dan sebagai upaya pengendalian banjir di Kota Semarang. Potensi lain dari waduk tersebut juga dapat mendukung wisata Goa Kreo yang berada dekat dengan area waduk Jatibarang. Selain itu fungsi waduk Jatibarang sebagai pengatur suplai air baku saat musim kemarau di Kota Semarang sebesar 1050 liter/detik serta sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) berkapasitas 1,5 Megawatt (Ikhsan et al., 2019).

Waduk Jatibarang dibangun di dua kecamatan yaitu Kecamatan Gunungpati di Kelurahan Kandri dan Jatirejo, serta Kecamatan Mijen di Kelurahan Kedungpane dan Jatibarang. Lokasi waduk

Jatibarang termasuk ke dalam BWK IX dalam Peraturan Daerah Kota Semarang, yaitu sebagai kawasan konservasi dan penyangga sehingga letaknya sesuai untuk dibangun waduk (Bappeda Kota Semarang, 2011). Pembangunan waduk Jatibarang direncanakan dengan membendung aliran sungai Kreo yang mana merupakan anak-anak Sungai Garang yang berada di daerah Semarang Barat.



Gambar 2.3 Peta Waduk Jatibarang

Sumber: Bappeda Kota Semarang, 2011

Pembangunan waduk serbaguna tersebut dilakukan melalui pemantauan dan pengevaluasian penyelenggaraan konservasi dan pendayagunaan SDA serta pengendalian daya rusak air oleh BBWS Pemali-Juana. Kapasitas daya tampung air waduk serbaguna Jatibarang ini mencapai 20,4 juta m³ dengan tinggi 74 meter serta 189 hektar luas genangan waduk dengan puncak 200 meter dan lebar puncak 10 meter. Daerah tangkapan waduk Jatibarang memiliki luas 54 km², luas genangan 110 Ha, serta volume tampungan sebesar 20.000 m³ (BBWS, 2009).

Waduk Jatibarang ini dikelola oleh Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana (BBWS Pemali-Juana) yang merupakan unit pelaksana teknis dari Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yang bertugas mengelola sumber daya air di wilayah sungai Jragung, Tuntang, Serang, Lusi, dan Juana. Tugas Balai ini meliputi penyusunan program, pelaksanaan konstruksi, operasi dan pemeliharaan dalam rangka konservasi dan pendayagunaan sumber daya air, serta pengendalian daya rusak air pada sungai, pantai, bendungan, danau, situ,

embung, irigasi, rawa, tambak, tanah air, air baku, serta pengelolaan drainase utama perkotaan di wilayah sungai Jragung, Tuntang, Serang, Lusi dan Juana (Permen PUPR, 2020).

F. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Kelangsungan Hidup Mollusca

Kelangsungan hidup Mollusca bergantung kepada beberapa faktor yang mempengaruhinya, diantara lain:

1. Suhu

Suhu merupakan faktor pembatas bagi beberapa fungsi biologis biota air seperti migrasi, pemijahan, kecepatan renang, perkembangan embrio serta kecepatan metabolisme. Suhu yang dapat ditolerir oleh Mollusca antara 0°C-48,6°C dan aktif pada kisaran suhu 5°C-38°C. Suhu yang optimal pada beberapa jenis Mollusca adalah 20°C bila lebih dari itu maka akan mengakibatkan berkurangnya aktivitas kehidupannya.

2. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH menunjukkan deratan keasam basa suatu perairan. Pentingnya mengetahui kondisi asam basa pada suatu perairan karena nilai pH ini dapat menyebabkan terjadinya gangguan

metabolisme serta respirasi bila tidak ideal bagi suatu organisme. Idealnya bagi kehidupan organisme akuatik berkisar antara 7-8,5. Mollusca dapat hidup di pH berkisar antara 5,7-8,4. Bagi kebanyakan organisme makrobenthos nilai pH dapat membahayakan kelangsungan hidupnya.

3. Kecerahan

Kecerahan merupakan kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai dasar perairan. Perairan yang keruh umumnya akan ditinggalkan oleh organisme sebab dapat mengganggu sistem pernafasan serta dapat mengganggu tumbuh kembangnya. Kecerahan berpengaruh pada aktivitas fotosintesis alga dan makrofitanya yang merupakan sumber makanan Mollusca.

4. Substrat

Substrat secara umum berasal dari kerak bumi yang diangkat melalui proses hidrologi dari satu tempat ke tempat lain. Ragam jenis substrat pun berbeda-beda yaitu bisa berupa pasir, batu dan lumpur. Bivalvia umumnya hidup pada substrat yang berpasir, lumpur dan ada beberapa jenis yang melekat pada benda seperti batu atau karang. Sedangkan gastropoda dapat dijumpai pada

berbagai substrat karena kemampuan gastropoda untuk beradaptasi dibanding kelas lain yang masuk ke dalam phylum Mollusca.

5. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut dalam air atau Dissolved Oxygen (DO) merupakan parameter yang mencerminkan kualitas suatu perairan (Haider dkk, 2013). Peranan lainnya adalah menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota. Daya larut oksigen dapat berkurang akibat naiknya suhu air dan meningkatnya salinitas. Faktor lain yang dapat mempengaruhi kelarutan oksigen adalah suhu. Suhu tinggi kelarutan oksigen rendah dan suhu rendah maka kelarutan oksigen tinggi. Untuk Mollusca kelas gastropoda memiliki kisaran toleransi tinggi sehingga membuatnya memiliki persebaran paling luas. Berdasarkan kandungan DO, kualitas perairan terbagi menjadi empat yaitu tidak tercemar ($>6,5$ mg/l), tercemar ringan (4,5-6,5 mg/l), tercemar sedang (2,0-4,4 mg/l) dan tercemar berat ($<2,0$ mg/l) (Septiana, 2017).

G. Penelitian yang Relevan

Penelitian tentang keanekaragaman Mollusca sebagai bioindikator kualitas perairan di kawasan TPA Kebon Kongok Lombok Barat pernah dilakukan oleh Athifah, dkk (2018) bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai kualitas perairan sungai dalam upaya pengelolaan TPA Kebon Kongok yang berkelanjutan. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan 14 spesies Mollusca yang masuk ke dalam 8 famili. *Tarebia granifera* ditemukan dalam jumlah individu yang tertinggi dan merupakan organisme dengan daya toleran yang lebar. Berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon Winer, kondisi kualitas perairan di aliran Sungai TPA Kebon Kongok dalam kondisi tercemar sedang.

Penelitian tentang tinjauan keanekaragaman Mollusca air tawar yang berada di beberapa situ di DAS Ciliwung-Cisadene dilakukan oleh Ristiyanti M. Marwoto dan Nur R. Isnaningsih pada tahun 2014. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi beberapa situ, juga mengevaluasi keanekaragaman Mollusca yang ada sebagai data bagi pengelolaan perairan situ selanjutnya. Dari

penelitian ini didapati bahwa terjadi penurunan jumlah spesies keong dan kerang di kawasan beberapa situ di daerah DAS Ciliwung-Cisadene yang diperkirakan masing-masing mencapai 38% dan 73%, hal ini akibat sebagian besar situ yang berada di daerah DAS tersebut sudah tercemar dan dalam kondisi tidak terawat.

Penelitian lain terkait biodiversitas Mollusca (gastropoda dan Bivalvia) sebagai bioindikator kualitas perairan di kawasan pesisir pulau Tunda Banten telah dilakukan oleh Indria Wahyuni, Indah Juwita Sari dan Bambang Ekanara pada tahun 2017 yang bertujuan selain untuk mengetahui keanekaragaman Mollusca juga untuk mengetahui kualitas perairan berdasarkan indeks keanekaragaman di kawasan pesisir Pulau Tunda. Dari penelitian ini disimpulkan hasil perhitungan keanekaragaman diperoleh bahwa keanekaragaman (H') Mollusca pada kawasan pesisir pantai pulau Tunda berkisar antara 3,1356-3,3314. Keanekaragaman terendah ditemukan pada transek lima yaitu 3,1356 dan keanekaragaman tertinggi ditemukan pada transek tiga yaitu 3,3314. Kondisi kualitas perairan Pulau

Tunda menunjukkan keanekaragaman Mollusca termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan untuk bioindikator kualitas perairan dengan indeks keanekaragaman menunjukkan kondisinya dalam kategori tercemar sangat ringan karena nilai indeks keanekaragaman Mollusca di kawasan tersebut berkisar antara 3,1356-3,3314.

Penelitian tentang keanekaragaman makrobentos sebagai bioindikator kualitas air di kali Pelayaran Kabupaten Sidoarjo oleh Miftahul Afifatur (2021). Tujuan penelitian ini melengkapi penelitian sebelumnya yang telah dilaksanakan oleh Prihatini (2019) tentang kualitas air di Kali Pelayaran dengan menggunakan parameter fisika, kimia serta biologi, namun pada parameter biologi yang digunakan hanya mikroorganisme saja sehingga penelitian ini menggunakan makrozoobentos karena keberadaannya dapat dijadikan sebagai indikator serta ukurannya yang makroskopis sehingga memudahkan proses identifikasi. Berdasarkan penelitian diperoleh hasil tingkat keanekaragaman makroobentos di perairan Kali Pelayaran, Kabupaten Sidoarjo tergolong sedang hingga rendah. Tingkat

keanekaragaman makrozoobentos dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kimia, fisika maupun biologis dari ekosistem perairan. Tingkat dominansi dari famili Chironomidae juga merupakan indikator bahwa suatu lingkungan tercemar. Kemudian, kualitas air Kali Pelayaran dianalisis dengan menggunakan Family Biotic Index (FBI) dimana diketahui bahwa kali Pelayaran memiliki kualitas air yang sangat buruk.

Penelitian lain tentang keanekaragaman bivalvia dan peranannya sebagai bioindikator logam berat kromium (Cr) di Perairan Kenjeran, Kecamatan Bulak Kota Surabaya telah dilakukan oleh Restu Amanda Putri, Tjipto Haryono, dan Sunu Kuntjoro (2012). Hasil dari penelitian ini menunjukkan di Pantai Kenjeran Surabaya terdapat enam spesies antara lain *Perna viridis*, *Trisidos tortuosa*, *Mactra chinensis*, *Mercenaria mercenaria*, *Andara granosa* dan *Andara floridana*. Indeks keanekaragaman kelimpahan tertinggi 1,878 dan 37,702. Rata-rata kadar kromium pada perairan, sedimen, dan daging adalah 0,052 mg/l; 22,71 mg/l; dan 49,25 mg/l. Berdasarkan hasil analisis pencemaran kromium, dapat disimpulkan

bahwa pantai Kenjeran termasuk perairan yang tercemar kromium tingkat sedang. Bivalvia di perairan Kenjeran tidak layak untuk dikonsumsi dan bivalvia merupakan bioindikator perairan tercemar kromium (Cr).

Keanekaragaman gastropoda sebagai bioindikator pencemaran lindi TPA Jatibarang di sungai Kreo Kota Semarang telah diteliti oleh Dinar Mega Ayu, dkk (2015). Penelitian ini didasari oleh adanya spekulasi tentang sungai Kreo yang beresiko tinggi terhadap pencemaran berbagai polutan yang ada di lindi TPA Jatibarang. Hasil dari penelitian ini didapati bahwa lindi TPA Jatibarang yang masuk ke perairan sungai Kreo merubah keanekaragaman serta dominansi dari gastropoda. Keanekaragaman dan dominansi dari gastropoda mengalami penurunan karena adanya pencemaran lindi TPA Jatibarang sehingga keanekaragaman dan dominansi gastropoda dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran lindi TPA Jatibarang di sungai Kreo Kota Semarang.

Keanekaragaman Mollusca sebagai indikator kualitas air di Kuala Langsa Aceh juga pernah diteliti oleh Farah Adiba Shahra, dkk pada tahun

2023. Penelitian ini mengkaji tentang keanekaragaman dan kemampuan peran Mollusca sebagai komunitas organik serta memberikan informasi keanekaragaman Mollusca sebagai indikator bagi kualitas air di daerah tersebut. Hasil penelitian menunjukkan terdapat total 811 individu yang teridentifikasi 11 spesies dari 10 famili. Indeks keanekaragaman kawasan Kuala Langsa berkisar antara 1,02-1,61 yang artinya kualitas perairan di kawasan tersebut tergolong kondisi tercemar sedang. Kondisi ini menjelaskan jumlah individu hampir konstan serta beberapa jenis spesies yang mendominasi.

Penelitian yang relevan mengenai biomonitoring kualitas air sungai Madiun dengan bioindikator makroinvertebrata telah dilakukan oleh Joko Widyanto. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman spesies makroinvertebrata dan kualitas Sungai Madiun dengan menggunakan makroinvertebrata sebagai bioindikator. Dari penelitian yang telah dilakukan ini berhasil ditemukan 150 spesies pada stasiun 1 dengan FBI=6,58 yang artinya masuk dalam kategori kualitas air buruk, stasiun 2 sebanyak 27

spesies dengan FBI=6,49 yang artinya tingkat pencemaran terpolusi sangat banyak, pada stasiun 3 sebanyak 342 spesies dengan FBI=6,64 yang artinya termasuk kategori kualitas air buruk dengan tingkat pencemaran terpolusi sangat banyak dan pada stasiun 4 ditemukan 51 spesies dengan FBI=6,58 yang artinya termasuk kategori kualitas air buruk dengan tingkat pencemaran terpolusi sangat banyak. Data sampel hewan makroinvertebrata yang ditemukan terdiri atas 13 famili yang sebagian besar merupakan makroinvertebrata tahan terhadap pencemaran.

H. Kerangka Berpikir

Filum Mollusca merupakan hewan avertebrata yang memiliki ciri tubuh lunak. Anggota kelompok dari filum tersebut yang diantaranya meliputi gastropoda dan bivalvia dapat mengintegrasikan suatu kondisi lingkungan karena memiliki kemampuannya untuk beradaptasi di berbagai habitat serta dapat mengakumulasi logam berat tanpa mengalami kematian. Mollusca dikategorikan sebagai kelompok organisme fluktuatif yang dapat bertahan pada kisaran perubahan lingkungan yang tidak terlalu lebar,

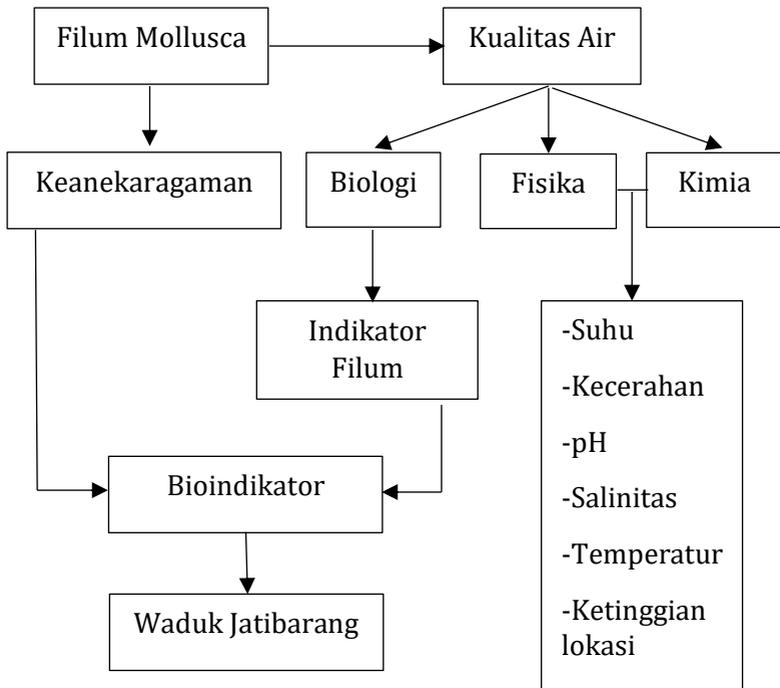
maka sebab itu kelompok anggota filum ini dapat dijadikan sebagai parameter biologis atau disebut bioindikator guna mengetahui suatu kualitas perairan. Hal ini dikarenakan cara hidup, ukuran tubuh, perbedaan kisaran toleransi di antara spesies di dalam lingkungan perairan. Indikator pencemaran air dapat diketahui dengan melihat tingkat keanekaragaman yang ada di wilayah perairan tersebut.

Waduk Jatibarang di Kota Semarang merupakan waduk yang memiliki peruntukan serbaguna, antara lain digunakan masyarakat untuk aktivitas rumah tangga, aktivitas wisata, aktivitas pemancingan, peruntukan pengelolaan air baku, serta sumber tenaga pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Aktivitas inilah yang disinyalir bisa mengakibatkan perubahan kualitas lingkungan perairan baik secara fisika, kimia maupun biologi.

Analisis perubahan lingkungan dapat dilakukan dengan menggunakan parameter biologi dengan memperhatikan bioindikator di wilayah perairan tersebut mengintegrasikan sebagian besar variabel lingkungan pada kurun waktu yang

relatif lama berbeda dengan penggunaan parameter fisika maupun biologi yang bersifat dinamis terhadap waktu dan tempat. Keanekaragaman filum Mollusca pada kelas gastropoda dan bivalvia air tawar dapat digunakan sebagai bioindikator kualitas air di waduk Jatibarang Kota Semarang sehingga dapat digunakan sebagai rekomendasi pengelolaan berkelanjutan. Kerangka berpikir secara ringkas dapat dilihat pada bagan alir berikut.

Tabel 2.7 Bagan Alir Kerangka Berpikir



BAB III

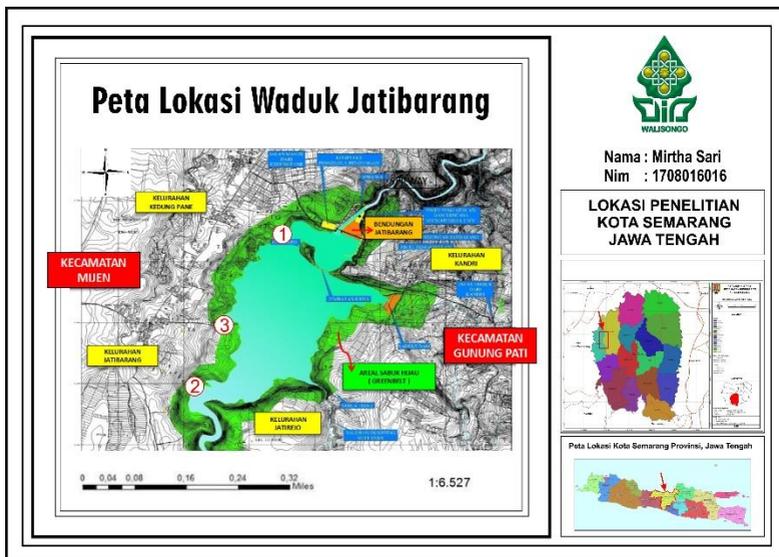
METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan lokasi pengambilan sampel dari area Waduk Jatibarang Kota Semarang yang berada di Kecamatan Mijen serta di Kecamatan Gunungpati. Waduk ini memiliki luas daerah tangkapan air sebesar 54 km², luas perairan 189 ha, debit rata-rata air sebesar 2,9 m³/dtk, tinggi muka air normal sebesar 148,9 m (Aisyah, 2020). Penelitian ini akan dilaksanakan pada tanggal 27 Januari 2024 hingga 4 Februari 2024. Waktu penelitian dilaksanakan pada siang hari pukul 11.00 WIB untuk masing-masing stasiun penelitian.

Peneliti akan mengambil sampel di tiga wilayah yang berbeda yaitu di desa Jamalsari, Lembah Waduk Jatibarang, dan gang Sawo Desa Jatibarang. Peneliti memilih lokasi pengambilan tersebut karena lokasi tersebut merupakan daerah yang dekat dengan aktivitas warga, serta Lembah Waduk Jatibarang

merupakan kawasan wisata. Stasiun I penelitian lokasinya berada di Desa Wisata Jamalsari dengan titik koordinat $7^{\circ}02'15''$ S $110^{\circ}20'40''$ E, stasiun II berada di lokasi waduk Jatibarang Gang Sawo dengan titik koordinat $7^{\circ}02'45''$ S $110^{\circ}20'32''$ E, dan stasiun III berada di lokasi Lembah Waduk Jatibarang dengan titik koordinat $7^{\circ}02'34''$ S $110^{\circ}20'34''$ E.



Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024

B. Jenis Penelitian

Penelitian ini akan menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Penelitian ini nantinya hanya menggambarkan isi suatu variabel dalam penelitian, tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis tertentu (Marlina, 2020). Penelitian deskriptif kuantitatif ini akan mendeskripsikan, meneliti, dan menjelaskan suatu yang dipelajari apa adanya serta menarik kesimpulan dari fenomena yang diamati dengan menggunakan angka-angka (Listiani, 2017).

Studi deskriptif kuantitatif menggunakan teknik purposive sampling dalam penentuan kawasan yang bergantung pada kontras keadaan ekologis perairan di sekitar waduk. Penentuan lokasi penelitian stasiun I dengan kriteria dekat dengan pemukiman warga, stasiun II dengan kriteria jauh dari pemukiman warga serta stasiun III merupakan wilayah yang dijadikan sebagai objek wisata. Pengambilan informasi dengan menggunakan teknik jelajah dengan cara menyelusuri semua stasiun yang telah ditentukan berdasarkan kriteria tersebut.

C. Alat dan Bahan

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah seperti pada tabel berikut:

Tabel 3.1. Alat Penelitian

No.	Nama Alat	Satuan	Keterangan
1.	Global Position System (GPS)		Menentukan titik koordinat
2.	Termometer	°C	Mengukur suhu
3.	Derajat Keasaman (pH)		Mengukur pH air
4.	DO Meter	Mg/L	Mengukur DO air
5.	Lux Meter	cd	mengukur kecerahan air
6.	Roll Meter	m	mengukur panjang plot
7.	Kertas Blok Millimeter	mm	Mengidentifikasi ukuran Mollusca
8.	Timbangan Analitik	g	Menimbang biomassa
9.	Botol Sampel Air		Menyimpan sampel air
10.	Buku referensi Identifikasi filum Mollusca (Sugianti,		Mengidentifikasi jenis Mollusca

dkk., 2014) dan
(Purnama, 2022)

- | | |
|----------------|---------------------------|
| 11. Alat tulis | Mencatat hasil penelitian |
| 12. Kamera | Dokumentasi penelitian |
-

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah seperti pada tabel berikut:

Tabel 3.2. Bahan Penelitian

No.	Nama Bahan	Keterangan
1.	Sampel gastropoda dan bivalvia	Objek utama penelitian
2.	Sampel air	Menguji kimia air
3.	Sampel substrat	Mengidentifikasi jenis substrat
4.	Kertas label	Menandai biota yang tertangkap
5.	Aquades	Membersihkan sampel
6.	Tissue	Membersihkan alat penelitian
7.	Tali rafia	Menandai plot

D. Sumber Data

Pengambilan sumber data dalam penelitian ini di dapatkan dari dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Sebagian besar data berasal dari data utama atau primer yang mana data primer tersebut didapatkan secara langsung saat melakukan penelitian. sumber data tersebut berupa hasil pengamatan serta perhitungan data di lokasi penelitian. Kondisi umum yang ada di sekitar lokasi penelitian seperti parameter fisika dan kimia dapat dijadikan sebagai data pendukung penelitian.

E. Metode Pengumpulan Data

1. Observasi

Pengambilan sumber data dalam penelitian ini di dapatkan dari dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Sebagian besar data berasal dari data utama atau primer yang mana data primer tersebut didapatkan secara langsung saat melakukan penelitian. sumber data tersebut berupa hasil pengamatan serta perhitungan data di lokasi penelitian. Kondisi umum yang ada di sekitar lokasi penelitian seperti parameter fisika dan kimia

dapat dijadikan sebagai data pendukung penelitian.

2. Penentuan Titik Sampling

Teknik yang digunakan dalam mengambil sampel adalah dengan teknik purposive sampling. Sampling akan dilakukan selama satu minggu di stasiun yang dijadikan plot. Penentuan tata letak stasiun berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan sebelumnya. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik stasiun dengan antar masing-masing stasiun memiliki perbedaan pada kegiatan aktivitas warga. Stasiun I di wilayah Waduk Jatibarang Desa Jamalsari yang dekat dengan pemukiman warga, stasiun II di wilayah waduk Jatibarang gang Sawo yang jauh dari pemukiman warga, dan stasiun III berada di Lembah Waduk Jatibarang yang terdapat banyak kegiatan aktivitas warga serta dijadikan sebagai objek wisata.

3. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara *hand collection*. Semua filum Mollusca yang ditemukan di stasiun yang dijadikan plot yang akan diambil untuk diamati, ditampung terlebih dahulu

ke dalam sebuah bejana. Tujuan penampungan sampel ini agar sampel yang diambil tidak lepas kembali sebelum diamati, diidentifikasi maupun diberi perlakuan.

4. Pengukuran Faktor Fisika dan Kimia

Pengukuran faktor kimia dan fisika dilakukan bersamaan ketika mengambil sampel Mollusca di masing-masing stasiun. Pengukuran faktor lingkungan ini meliputi pengukuran derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter, pengukuran intensitas cahaya dengan menggunakan alat lux meter, pengukuran salinitas dengan menggunakan salinometer, serta mengukur suhu dan kelembaban dengan menggunakan thermo-hygrometer.

5. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk menunjang kegiatan penelitian. Sampel yang telah didapatkan kemudian didokumentasikan dengan kamera ponsel yang selanjutnya digunakan untuk melihat struktur morfologi dari biota yang ditemukan di lokasi penelitian. Kegiatan ini diperlukan untuk proses identifikasi dari filum Mollusca yang ditemukan.

6. Pencatatan

Pencatatan data filum Mollusca meliputi jumlah individu filum Mollusca yang ditemukan pada masing-masing tiga stasiun yang dijadikan sebagai lokasi penelitian, indeks kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, indeks dominansi, identifikasi jenis famili, pencatatan nama lokal maupun nama ilmiah dengan menggunakan buku pedoman yang berjudul Buku Reverensi Identifikasi Filum Mollusca (Gatropoda dan Bivalvia Perairan Tawar Sulawesi Tenggara) dan buku Daftar Mollusca yang Berpotensi Sebagai Spesies Asing Invasif di Indonesia.

F. Analisis Data

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif yang mana dalam analisa data nantinya akan menggunakan dua analisis yakni analisis secara deskriptif dan analisis secara kuantitatif. Penelitian dilakukan dengan mencari sampel filum Mollusca di tiga stasiun yang berbeda yang berada di kawasan waduk Jatibarang Kota Semarang. Sampel yang sebelumnya telah diperoleh kemudian dilakukan

identifikasi untuk mengetahui spesiesnya. Adapun dua jenis analisis data dari penelitian ini adalah:

1. Analisis deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk membantu proses identifikasi jenis spesies pada filum Mollusca kelas gastropoda dan bivalvia yang ditemukan pada lokasi penelitian. Analisis deskriptif filum Mollusca air tawar meliputi kelas gastropoda dan bivalvia dapat dilakukan dengan melihat atau mengamati karakter dari morfologi spesies tersebut kemudian masuk pada sistem pengklasifikasian.

2. Analisis Kuantitatif

Data yang sebelumnya telah diperoleh kemudian ditabulasi secara keseluruhan selanjutnya dianalisis dengan ekologi kuantitatif guna untuk dapat mengetahui struktur komunitas (keanekaragaman, pemerataan serta kekayaan jenis) dan situasi populasinya. Analisis data dilakukan secara kuantitatif yaitu meliputi perhitungan keanekaragaman spesies dan kualitas perairan berdasarkan indikator indeks keanekaragaman jenis Mollusca di Waduk Jatibarang Kota Semarang. Menurut Presetia

(2017) diperlukan Indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E) serta indeks dominansi (C) untuk mengetahui kondisi perairan berdasarkan komponen biologis. Menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

a. Kelimpahan Relatif (KR)

Kelimpahan relatif menurut Odum (1993) adalah jumlah individu suatu jenis terhadap jumlah seluruh individu yang berada di area tertentu, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KR = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

KR : Kelimpahan relatif

ni : Jumlah individu spesies ke-i

N : Jumlah seluruh individu

b. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H')

Menurut Sudarso dan Yusli (2015) indeks keanekaragaman merepresentasikan gambaran keadaan filum Mollusca secara matematis untuk mempermudah dalam mengamati keanekaragaman populasi pada suatu komunitas. Teori informasi Shannon-Wiener dapat digunakan untuk menentukan keanekaragaman suatu biota air. Teori ini bertujuan untuk mengukur tingkat keteraturan serta ketidakteraturan dalam suatu sistem (Fachrul, 2007). Rumus untuk menentukan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') (Wang et al., 2015; Odum, 1996) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H' &= -\sum \left(\frac{n_i}{N}\right) \ln \left(\frac{n_i}{N}\right) \\ &= -\sum p_i \ln p_i \end{aligned}$$

Keterangan:

H' : indeks keanekaragaman spesies

n_i : Jumlah individu spesies

p_i : Proporsi spesies ke-i

ln : Logaritma natur

Σ : Jumlah

N : Jumlah total individu

Komponen lingkungan yang meliputi biotik dan abiotik memiliki pengaruh pada kelimpahan serta keanekaragaman biota air yang ada pada suatu perairan, akibatnya tinggi kelimpahan individu tiap jenis dapat dipakai untuk menilai kondisi kualitas suatu perairan. Perairan yang memiliki kualitas baik pada umumnya memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi begitupun sebaliknya pada perairan yang memiliki kualitas air yang buruk (Fachrul, 2007). Parameter kualitas air berdasarkan Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener:

Parameter untuk indeks Shannon-Wiener:

$H' < 1$: Keanekaragaman tergolong rendah

$H' 1-3$: Keanekaragaman tergolong sedang

$H' >3$: Keanekaragaman tergolong tinggi

c. Indeks Keseragaman (E)

Keseimbangan komunitas dapat diketahui dengan mencari indeks keseragaman, yaitu jumlah individu antar spesies dalam suatu komunitas. Indeks keseragaman hasilnya semakin mendekati nol maka semakin kecil keseragaman populasi, yang artinya penyebaran jumlah individu tiap-tiap spesies tidak sama dan kekayaan individu yang dimiliki masing-masing spesies sangat berbeda begitupun sebaliknya (Sudarso dan Yustril, 2015). Indeks keseragaman dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut dari Odum (1998)

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

Keterangan:

H' : Indeks Keanekaragaman

S : Jumlah spesies

E : Indeks Keseragaman Evernness

Dengan kriteria sebagai berikut:

$E < 0,4$: Keseragaman rendah

$0,4 < E < 0,6$: Keceragaman sedang

$E > 0,6$: Keceragaman tinggi

d. Indeks Dominansi Simpson (1949)

Odum (1993) menjelaskan bahwa untuk mengetahui adanya dominansi suatu jenis atau beberapa kelompok jenis dalam suatu komunitas digunakan indeks dominansi yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$C = \sum (ni/N)^2$$

Keterangan:

C : Indeks Dominansi

ni : Jumlah individu jenis ke-i

N : Jumlah keseluruhan individu

Kriteria Indeks Dominansi adalah:

$0 < C \leq 0,5$ = Tidak ada jenis yang mendominasi

$0,5 < C < 1$ = Terdapat jenis yang mendominasi

Atau (Krebs, 1989)

$0,00 < C \leq 0,30$: Dominansi rendah

$0,30 < C \leq 0,60$: Dominansi sedang

$0,60 < C \leq 1,00$: Dominansi tinggi

e. *Family Biotic Index (FBI)*

Analisis data yang dilakukan dalam biomonitoring kualitas air dengan menggunakan metode Family Biotic Index (FBI). FBI merupakan penghitungan indeks kualitas air yang dikembangkan oleh Hisenhoff (1998) menurut nilai toleransi (kekuatan terhadap adanya perubahan lingkungan) dari masing-masing famili (Subekti Rahayu et al, 2009). Perhitungan nilai indeks biotik makroinvertebrata bentik dengan menggunakan metode FBI ini sudah sering digunakan untuk mengindikasikan tingkat pencemaran organik yang berada di wilayah perairan, yang mana masing-masing famili makroinvertebrata memiliki skor tertentu yang menunjukkan tingkat toleransi terhadap adanya pencemaran organik (Arisandi, 2012). Perhitungan nilai indeks biotik menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{FBI} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{x_i \cdot t_i}{N}$$

Keterangan:

FBI = nilai indeks makroinvertebrata bentik

i = urutan kelompok familia yang menyusun komunitas makroinvertebrata

x_i = jumlah individu kelompok famili ke- i

t_i = tingkat toleransi kelompok famili ke- i

N = jumlah seluruh individu yang menyusun komunitas makroinvertebrata

Interpretasi nilai biotik indeks untuk menentukan kualitas air dilakukan dengan mengikuti ketentuan yang sudah ada. Ketentuan kriteria klasifikasi kualitas air berdasarkan indeks FBI dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Klasifikasi Kualitas Air Berdasarkan Famili Biotik Indeks

FAMILI BIOTIK INDEKS	KUALITAS AIR	TINGKAT PENCEMARAN
0,00 – 3,75	Sangat baik	Tidak terpolusi bahan organik
3,76 – 4,25	Baik sekali	Sedikit terpolusi bahan organik
4,26 – 5,00	Baik	Terpolusi beberapa bahan organik
5,01 – 5,75	Cukup	Terpolusi agak banyak
5,76 – 6,50	Agak buruk	Terpolusi banyak
6,51 – 7,25	Buruk	Terpolusi sangat banyak
7,26 – 10,00	Buruk sekali	Terpolusi berat bahan organik

Sumber: Hilsenhoff (1988)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

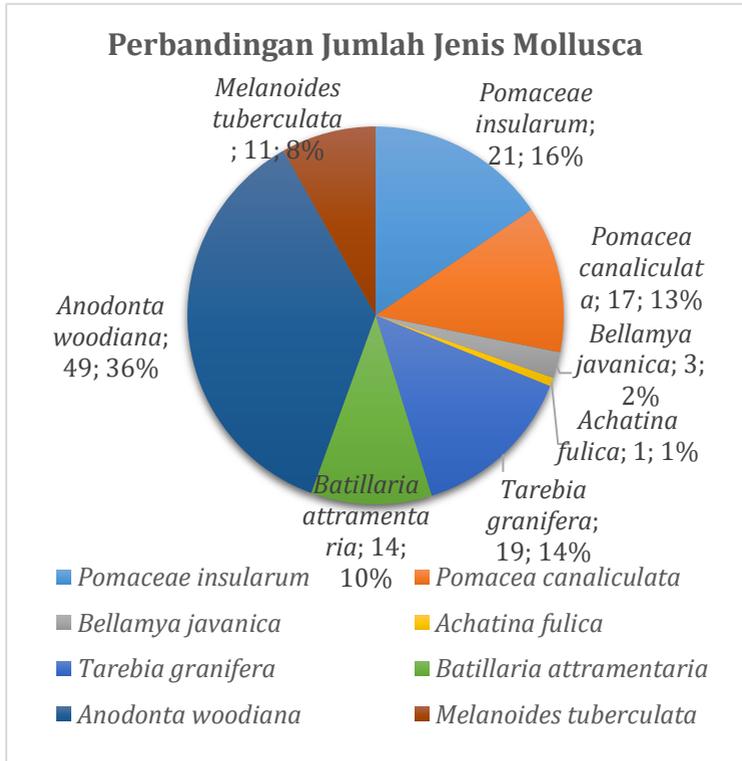
1. Komposisi Filum Mollusca di Waduk Jatibarang Kota Semarang

Pengambilan sampel filum Mollusca untuk penelitian ini dilakukan pada tiga stasiun penelitian di kawasan waduk Jatibarang yang berlokasi di Desa Jamalsari dengan titik koordinat $7^{\circ}02'15''$ S $110^{\circ}20'40''$ E, kawasan waduk Jatibarang yang berada di gang Sawo Desa Jatibarang dengan titik koordinat $7^{\circ}02'45''$ S $110^{\circ}20'32''$ E, dan kawasan waduk Jatibarang yang berada di lokasi wisata Lembah Waduk Jatibarang dengan titik koordinat $7^{\circ}02'34''$ S $110^{\circ}20'34''$ E dengan pengambilan sampling secara purposive sampling. Pembagian stasiun dimulai dari Desa Jamalsari sebagai stasiun I, gang Sawo Desa Jatibarang sebagai stasiun II, dan Lembah Waduk Jatibarang sebagai stasiun III. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dari ketiga lokasi yang dijadikan stasiun pengamatan didapatkan hasil yang dituliskan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Komposisi Filum Mollusca (Gastropoda dan Bivalvia) di Kawasan Waduk Jatibarang Kota Semarang

No	Nama Spesies	Stasiun			Jumlah Spesies
		I	II	III	
1.	<i>Pomacea insularum</i>	21	0	0	21
2.	<i>Pomacea canaliculata</i>	6	0	11	17
3.	<i>Bellamyia javanica</i>	0	3	0	3
4.	<i>Achatina fulica</i>	0	1	0	1
5.	<i>Tarebia granifera</i>	7	0	12	19
6.	<i>Batillaria attramentaria</i>	3	0	11	14
7.	<i>Anodonta woodiana</i>	9	34	6	49
8.	<i>Melanoides tuberculata</i>	2	0	9	11
Jumlah					135

Selama penelitian ini dilaksanakan, terdapat beberapa jenis anggota filum Mollusca yang berhasil diperoleh. Sejumlah 135 individu anggota filum Mollusca berhasil diperoleh selama penelitian di perairan tawar waduk Jatibarang Kota Semarang. Terdapat delapan spesies yang diamati kemudian dikelompokkan ke dalam enam famili.



Gambar 4.1 Perbandingan Jumlah Jenis Mollusca di Kawasan Waduk Jatibarang Kota Semarang

Data yang telah diperoleh dari hasil penelitian tersaji pada diagram diatas dapat menggambarkan perbandingan jumlah jenis Mollusca yang diantaranya meliputi dua kelas Mollusca yaitu gastropoda dan bivalvia yang ditemukan di lokasin penelitian perairan tawar Waduk Jatibarang Kota Semarang. Persentase

jumlah jenis Mollusca yang paling besar berdasarkan diagram diatas adalah spesies *Anodonta woodiana* dengan nilai persentase sebesar 36%, kemudian spesies *Pomacea insularum* 16%, *Tarebia granifera* 14%, *Pomacea canaliculata* 13%, *Batillaria attramentaria* 10%, *Melanoides tuberculata* 8%, *Bellamyia javanica* 3% serta yang terkecil persentase spesies yang ditemukan adalah *Achatina fulica* yaitu dengan nilai persentase 1%.

2. Parameter Fisika dan Kimia Lingkungan Perairan Waduk Jatibarang

Parameter fisika dan kimia juga perlu untuk diperhatikan saat melakukan penelitian ini sebab parameter tersebut merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi filum Mollusca di habitat hidupnya, serta keberlangsungan hidup spesies tersebut bergantung pada faktor lingkungan yang ada. Parameter fisika dan kimia yang dijadikan sebagai data sekunder pada penelitian ini meliputi indikator seperti temperatur atau suhu lingkungan (udara) serta suhu air, salinitas, pH atau derajat keasambasaan serta kecerahan. Berikut adalah pengukuran parameter faktor lingkungan yang berada di wilayah waduk

Jatibarang Kota Semarang yang dijadikan stasiun penelitian yang dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Parameter Fisika dan Kimia Lingkungan

No.	Parameter	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
1.	Suhu udara (°C)	38°C	33°C	37°C
2.	Suhu air	28 °C	22°C	24°C
3.	Salinitas	0	0	0
4.	pH air	8.43	9.00	8.83
5.	Kecerahan	302 x 100 cd	160 x 100 cd	179 x 100 cd

Suhu udara di stasiun I merupakan suhu tertinggi diantara kedua stasiun lain yaitu sebesar 38°C pada pukul 11.00 WIB, disusul stasiun III dengan suhu 37°C pada pukul 11.00 WIB dan yang memiliki suhu udara paling rendah adalah stasiun II dengan suhu 33°C pada pukul 11.00 WIB. Sejalan dengan tingginya suhu udara pada stasiun I membuat suhu air di stasiun I juga menjadi suhu air tertinggi dari ketiga lokasi pengambilan sampel dengan suhu 28°C, kemudian stasiun III dengan suhu air 24°C dan suhu air terendah pada stasiun II yakni 22°C. Meskipun Mollusca umumnya optimal pada suhu 20°C namun suhu di stasiun I, stasiun II dan stasiun III masih dapat ditolerir

oleh Mollusca sebab Mollusca dapat mentolerir suhu dari 0°C hingga 48,6°C serta umumnya aktif di kisaran suhu 5°C-38°C. Salinitas pada ketiga titik lokasi penentuan stasiun memiliki nilai yang sama yaitu nol yang menunjukkan bahwa perairan tersebut merupakan perairan air tawar karena nilai salinitasnya berada kurang dari 0,5 ppt. pH air pada stasiun I memiliki nilai pH sebesar 8,43 nilai tersebut merupakan nilai pH terendah dari ketiga stasiun penelitian, disusul oleh stasiun III dengan nilai pH 8,83 kemudian stasiun II dengan nilai pH tertinggi yaitu sebesar 9.00. Nilai pH tersebut dapat mengganggu Mollusca yang ada di lingkungan perairan stasiun II sebab Mollusca dapat hidup di pH yang berkisar antara 5,7-8,4 yang nantinya diluar nilai tersebut akan berpengaruh pada kehidupan Mollusca sebab dapat mengganggu metabolisme serta sistem respirasinya. Nilai pH turut berpengaruh terhadap keanekaragaman jenis spesies pada stasiun I dan III.

3. Klasifikasi Filum Mollusca di Waduk Jatibarang Kota Semarang

Berikut ini adalah klasifikasi mengenai keanekaragaman filum Mollusca kelas gastropoda dan bivalvia yang didapatkan di perairan tawar Waduk

Jatibarang Kota Semarang. Terdapat delapan spesies yang masuk ke dalam delapan famili berhasil teridentifikasi, adapun klasifikasinya sebagai berikut:

a. *Pomacea insularum*

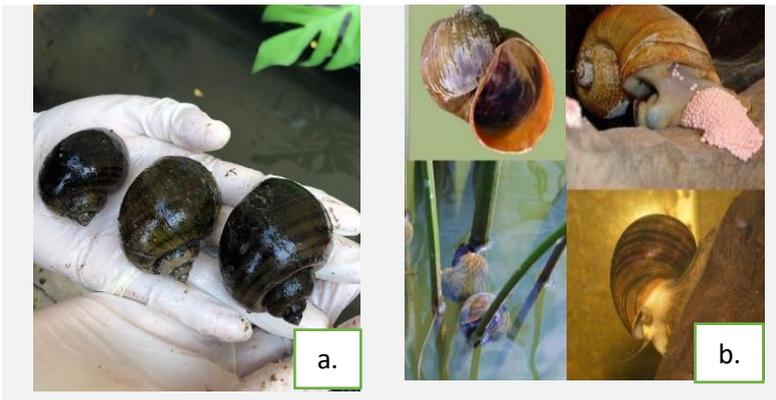


(a. Dokumentasi Pribadi, 2024)



(a. Rawlings et al., 2007)

Gambar 4. 2 Telur *Pomacea insularum*



(a. Dokumentasi Pribadi, 2024)

(a. Sugianti, dkk., 2014)

Gambar 4.3 Morfologi *Pomacea insularum*

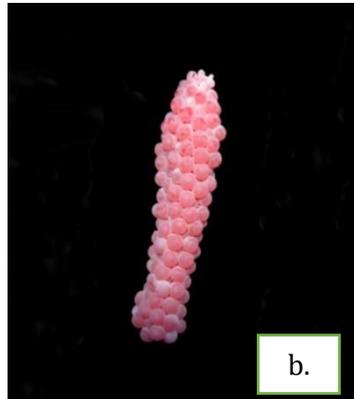
Klasifikasi

Kingdom : Animalia
Phylum : Mollusca
Class : Gastropoda
Ordo : Mesogastropoda
Family : Ampullariidae
Genus : *Pomacea*
Species : *Pomacea insularum*
(D'Orbiny, 1839)

b. *Pomacea canaliculata*



(a. Dokumentasi Pribadi, 2024)

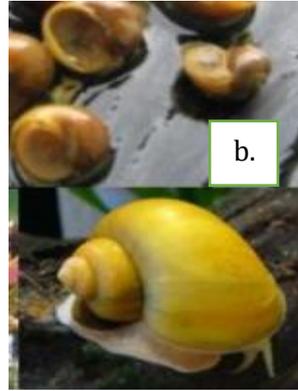


(b. Rawlings et al., 2007)

Gambar 4.4 Telur *Pomacea canaliculata*



(a. Dokumentasi Pribadi, 2024)



(b. Rawlings et al., 2007)

Gambar 4.5 Morfologi *Pomacea canaliculata*

Klasifikasi:

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Gastropoda

Ordo : Mesogastropoda

Family : Ampullariidae

Genus : *Pomacea*

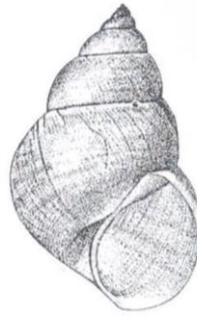
Species : *Pomacea canaliculata*

(Lamarck, 1822)

c. *Bellamyia javanica*



(a. Dokumentasi Pribadi, 2024)



(b. Jutting, 1956)

Gambar 4.6 Morfologi *Bellamyia javanica*

Klasifikasi

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Gastropoda

Ordo : Viviparoida

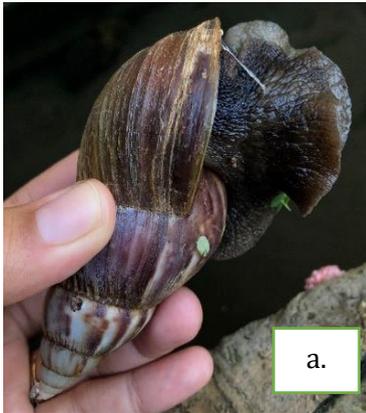
Family : Viviparidae

Genus : *Bellamyia*

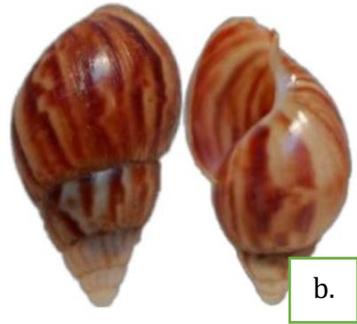
Species : *Bellamyia javanica*

(Bush, 1844)

d. *Achatina fulica*



(a. Dokumentasi Pribadi, 2024)



(b . Purnama, 2022)

Gambar 4.7 Morfologi *Achatina Fulica*

Klasifikasi

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Gastropoda

Ordo : Stylommatophora

Family : Achatinidae

Genus : *Achatina*

Species : *Achatina fulica*

(Ferussac, 1821)

e. *Tarebia granifera*



(a. Dokumentasi Pribadi,
2024)

(b. Sumber : Takdim & Annawaty
2019)

Gambar 4.8 Morfologi *Tarebia granifera*

Klasifikasi

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Gastropoda

Ordo : Caenogastropoda

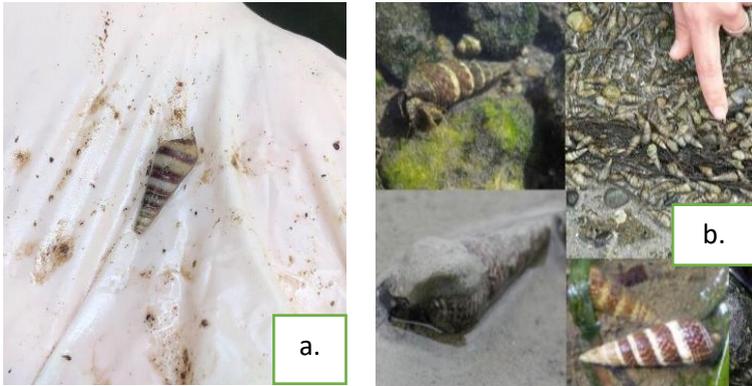
Family : Thiaridae

Genus : *Tarebia*

Species : *Tarebia granifera*

(Lamarck, 1882)

f. *Batillaria attramentaria*



(a. Dokumentasi Pribadi,
2024)

(b. Sugianti, dkk., 2014)

Gambar 4.9 *Batillaria attramentaria*

Klasifikasi

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Classs : Gastropoda

Ordo : Cerithioidea

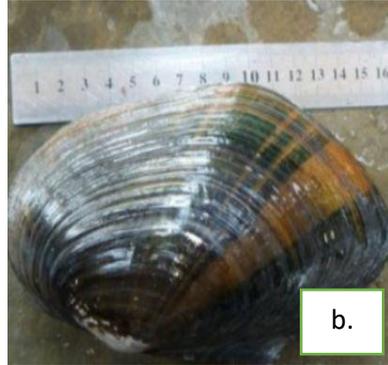
Family : Batillariidae

Genus : *Batillaria*

Species : *Batillaria attramentaria*

(G.B. sowerby II, 1855)

g. *Anodonta woodiana*



(Dokumentasi Pribadi, 2024)

(b. Yanuardi, 2015)

Gambar 4.10 Morfologi *Anodonta woodiana*

Klasifikasi

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Bivalvia

Ordo : Eulamellibranchiata

Family : Unionidae

Genus : *Anodonta*

Species : *Anodonta woodiana*

(Lea, 1834)

h. *Melanoides tuberculata*



(a. Dokumentasi Pribadi,
2024)



(b. Purnama, 2022)

Gambar 4.11 Morfologi *Melanoides tuberculata*

Klasifikasi

Kingdom : Animalia

Phylum : Mollusca

Class : Gastropoda

Ordo : Sarbeoconcha

Family : Thiaridae

Genus : *Melanoides*

Species : *Melanoides tuberculata*

(Miller, 1774)

B. Pembahasan

1. Deskripsi Keanekaragaman Filum Mollusca (Kelas Gastropoda dan Bivalvia) di Waduk Jatibarang Kota Semarang

Berikut ini adalah karakteristik morfologi serta deskripsi mengenai filum Mollusca kelas gastropoda dan bivalvia yang didapatkan di perairan tawar Waduk Jatibarang Kota Semarang. Terdapat delapan spesies yang masuk ke dalam delapan famili berhasil teridentifikasi, adapun klasifikasinya sebagai berikut:

a. Pomacea insularum

Pomacea insularum memiliki cangkang yang bentuknya bulat serta umumnya memiliki warna cangkang coklat, hitam dan kekuningan, memiliki pola warna yang sangat bervariasi yakni terdapat warna albino dan juga emas (R. Howells Pers Comm, seperti dikutip dalam Benson 2010). Ukuran tubuh *Pomacea insularum* dapat mencapai sebesar ukuran buah apel atau hingga panjang kira-kira 150 mm. Keong jenis ini memiliki telur yang berwarna pink cerah, berbentuk bulat serta peletakannya berkoloni-koloni (Sugianti, dkk., 2014).

Pomacea insularum dan *Pomacea canaliculata* sekilas memiliki karakteristik morfologi yang hampir sama seperti pendapat rawling et al., (2007) namun setelah dilakukan pengamatan pada keduanya memiliki perbedaan pada karakter keberadaan posisi sulur. Pada spesies *Pomacea canaliculata* terdapat sulur yang tinggi berbeda dengan *Pomacea insularum* yang karakter sulurnya cenderung rendah atau letaknya seperti tenggelam. Selain perbedaan pada sulurnya, kedua spesies ini memiliki perbedaan ukuran tubuh dimana ukuran cangkang pada spesies *Pomacea insularum* cenderung memiliki ukuran yang lebih besar (Cowie et al., 2006).

Pomacea insularum secara umum hidup di perairan yang berarus lambat atau tergenang seperti di rawa-rawa dataran rendah, saluran irigasi, sawah, kolam danau serta sungai. Habitat asli spesies ini berasal dari perairan lotik. Lahan basah atau rawa dangkal yang sekitarnya ditumbuhi tanaman merupakan tempat menampalnya telur (ovoposisi) yang cocok untuk spesies ini meletakkan koloni telur-telurnya. Keong jenis ini memiliki tingkat toleransi terhadap

suhu rendah di musim dingin membuatnya memiliki kemampuan untuk menyebar di daerah perairan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan jenis gastropoda invasif lainnya di Texas, Amerika. Wilayah endemik berasal dari daerah yang beriklim hangat seperti di Amerika Selatan, Argentina, Brasil dan Bolivia (Sugianti, dkk., 2014). Keong memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi sehingga dapat bertahan hidup di berbagai tipe habitat. *Pomacea insularum* merupakan anggota famili dari ampulariidae yang secara nilai toleransi taksa memiliki nilai yang menunjukkan angka tiga sehingga keong jenis ini cukup toleran terhadap perubahan kualitas air. Hewan ini termasuk ke dalam jenis fakultatif sebab dapat bertahan hidup di lingkungan yang cenderung lebar yaitu antara perairan yang belum tercemar hingga perairan yang tercemar sedang, namun juga seringkali masih bisa bertahan hidup di perairan yang tercemar berat.

b. *Pomacea canaliculata*

Pomacea canaliculata adalah keong yang memiliki warna kecoklatan atau kehijauan serta terkadang berwarna kuning cerah keemasan.

Memiliki telur yang berwarna merah muda cerah serta biasanya ditemukan menempel pada benda keras yang ada diatas permukaan air seperti batu atau vegetasi yang ada di sekitar perairan (Sugianti, dkk., 2014). Ukuran cangkang keong ini besar dengan bentuk cangkang yang bulat, sudut puncak berkisar 85° hingga 90° , arah putaran cangkang ke kanan. Garis tumbuh aksial nampak tipis namun garis spiralnya tidak tampak. Memiliki puncak cangkang runcing namun tidak tajam. memiliki seluk berjumlah empat dengan sulur yang rendah, garis seluk cembung. memiliki mulut cangkang yang berbentuk oval membulat (Isnainingsih & Listyawan, 2010).

Pomacea canaliculata umumnya hidup di perairan arus lambat atau tergenang seperti di daerah rawa-rawa dataran rendah, saluran irigasi, kolam, danau serta sungai. Spesies keong ini memiliki habitat asli di perairan lotik. Spesies keong ini menempelkan telurnya pada tumbuhan atau substrat. Siput jenis ini umumnya lebih aktif pada malam hari serta meninggalkan perairan untuk mencari makanan. Pada siang hari umumnya Mollusca ini berada di dalam peraran atau

bersembunyi dengan memanfaatkan vegetasi yang ada di sekitar lingkungan perairan yang ditempatinya. Kondisi suhu pada perairan memiliki pengaruh terhadap tingkat aktivitas *Pomacea canaliculata*. Kondisi perairan pada suhu 18°C spesies ini hampir tidak melakukan aktivitas apapun dan hanya berdiam diri, namun kontras dengan kondisi perairan dengan suhu yang lebih tinggi seperti pada suhu 25°C. *Pomacea canaliculata* memiliki toleransi yang lebih terhadap suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan gastropoda lain dari genus yang sama (*Pomacea*) (Sugianti, dkk., 2014). Sama seperti *Pomacea insularu*, *pomacea canaliculata* merupakan kelompok anggota famili ampullariidae yang mana dalam nilai toleransi taksanya menunjukkan nilai angka tiga sehingga keong ini juga mampu menjadi bioindikator kualitas air sebab cukup toleran terhadap perubahan kualitas air. Sama halnya dengan *Pomacea insularum*, mereka termasuk ke dalam jenis fakultatif sebab dapat bertahan hidup di lingkungan yang cenderung lebar yaitu antara perairan yang belum tercemar hingga perairan yang tercemar sedang,

namun juga seringkali masih bisa bertahan hidup di perairan yang tercemar berat.

c. *Bellamy javanica*

Karakteristik morfologi pada spesies *Bellamy javanica* yaitu memiliki bentuk cangkang seperti piramid, menara cangkangnya mencuat serta pada bagian dasar cangkang spesies ini membulat. Umumnya memiliki warna cangkang hijau kecoklatan maupun hijau kekuningan. Pada bagian permukaan cangkang terlihat adanya guratan-guratan yang cukup menonjol membentuk garis-garis melingkar. Pada bagian yang berada di atas seluk terlihat adanya garis melintang yang berupa tonjolan yang cukup tebal atau yang disebut keel. Seluk pengais memiliki garis yang menonjol namun ketika dewasa seluk pengaisnya mulai memudar serta pada bagian seluk-seluk tersebut seperti cincin yang melingkar serta terdapat bagian pusatannya (Marwoto et al., 2006).

Hewan yang lebih dikenal dengan nama lokal tutut dari marga *Bellamy* termasuk dalam golongan operculata yang mana habitatnya berada di daerah perairan dangkal dengan substrat dasar

lumpur sehingga substrat demikian sering dijumpai tumbuhan air. Tutut lebih menyukai habitat dengan kondisi perairannya yang memiliki air jernih serta bersih dengan debit aliran air yang cenderung pelan seperti di sawah, tepi danau maupun sungai serta di rawa-rawa. Tutut jawa (*Bellamy javanica*) sangat umum dijumpai di persawahan dan sebarannya meliputi hampir seluruh wilayah di Indonesia kecuali di Irian Jaya, Malaysia, Kamboja, Filipina hingga Thailand (Yulian 2007). Pada siang hari, tutut akan membenamkan diri ke substrat dasar lumpur sehingga perlu menggali substrat dasar untuk menemukannya namun ketika malam hari biasanya tutut akan menempel pada batang tanaman di sekitar habitatnya (Nopriyeni, 2017). *Bellamy javanica* merupakan spesies yang menjadi anggota kelompok famili viviparidae yang mana memiliki nilai toleransi taksa yang paling tinggi dibandingkan spesies lain yaitu mencapai angka enam, sehingga bisa dikatakan bahwa spesies ini sangat toleran terhadap perubahan kualitas air. *Bellamy javanica* juga ditemukan di stasiun II yang memiliki nilai pH paling tinggi yang

membuat Mollusca jenis lain yang memiliki nilai toleransi taksa di bawahnya tidak dapat bertahan hidup di wilayah perairan tersebut. Spesies ini merupakan jenis toleran pencemaran bahan organik.

d. *Achatina fulica*

Achatina fulica atau yang lebih dikenal dengan nama lokal bekicot memiliki ukuran tubuh yang lebih besar bila dibandingkan dengan ukuran tubuh bekicot jenis lain. Memiliki morfologi tubuh tertutup cangkang sebagai eksoskeleton (Nurhadi & Ferbi, 2018). Ukuran tubuh pada bekicot fase dewasa bisa mencapai tinggi hingga delapan inchi, panjang empat inchi serta beratnya yang dapat mencapai 32 gram, dengan cangkang yang berbentuk kerucut (Hoffman, dkk.,2014). Eksoskeleton yang berupa cangkang yang dimiliki oleh *Achatina fulica* ini berfungsi untuk melindungi tubuhnya yang lunak serta untuk tempat beristirahat, dimana ukuran cangkang yang dimiliki rata-rata berukuran 7-13 cm. Cangkang bekicot cukup keras, bentuknya mengerucut memiliki warna kuning kecoklatan dengan garis-garis memanjang coklat tua maupun

coklat kehitaman. Tubuhnya yang lunak memiliki warna coklat kehitaman serta terdapat antena yang cukup panjang di bagian kepalanya (Pitojo, 2006). Lapisan cangkang bekicot spesies ini terdiri dari tiga lapisan yang menyusun (dari luar menuju ke dalam) yakni lapisan periostracum yang terbuat dari bahan tanduk/conchiolin, lapisan prismatic dari calcite dan aragonit serta lapisan mutiara dari kalsium karbonat (CaCO_3) yang mengkilap (Nurhadi & Ferbi, 2018).

Achatina fulica merupakan spesies endemik Afrika Timur. Gastropoda terrestrial ini dapat berkembang biak dengan cepat sehingga memungkinkan penyebarannya relatif lebih cepat. Siput ini sering dijumpai di kepulauan Mauritius, India, dan Malaysia. Pada tahun 1933 bekicot (*Achatina fulica*) telah masuk di sekitar kota Jakarta namun beberapa sumber mengatakan bahwa *Achatina fulica* telah masuk di Indonesia pada tahun 1942 pada masa pendudukan Jepang. (Purnama et al., 2019). *Achatina fulica* menyukai daerah rendah hingga menengah dengan suhu 9-29°C. Spesies ini juga dapat hidup pada kondisi temperatur yang kurang ideal, bekicot akan

melakukan hibernasi bila berada di suhu rendah, namun apabila di suhu mencapai 30°C dengan aestivasi. *Achatina fulica* merupakan spesies yang cenderung mudah untuk menginvasi suatu lingkungan (Hoffman dkk., 2014). Bekicot menunjukkan nilai toleransi taksa dengan angka tiga, sehingga spesies ini dapat digunakan sebagai bioindikator karena sifatnya yang cukup toleran terhadap perubahan kualitas air karena merupakan jenis hewan fakultatif sebab bisa bertahan hidup di lingkungan yang belum tercemar hingga lingkungan yang perairannya sudah tercemar sedang bahkan sering kali dijumpai masih bisa hidup di lingkungan perairan tercemar berat.

e. *Tarebia granifera*

Tarebia granifera adalah anggota famili Thiaidae yang memiliki karekteristik morfologi yang mencolok karena memiliki ukuran cangkang yang sedang dengan bentuk kerucut memanjang (conical) serta cukup tebal. Umumnya memiliki warna cangkang coklat muda hingga coklat tua sert kekuningan, puncak menaranya runcing, memiliki garis spiral dan garis aksial yang tidak terlihat,

keduanya menonjol sehingga membentuk nodul. Pada cangkang biota air tawar ini cangkangnya terdapat enam hingga delapan lingkaran dengan puncak menara yang tinggi serta mulut cangkang atau yang disebut aperture memiliki karakteristik bentuk yang melengkung (Takdim & Annawaty, 2019).

Tarebia granifera merupakan spesies asing invasif yang hidup di perairan darat (air tawar) baik perairan yang alami maupun buatan. Populasi gastropoda ini umumnya cukup mendominasi habitat dikarenakan adaptasi dengan parameter lingkungan seperti parameter fisika dan kimia serta berbagai bentuk karakter perairan darat seperti sungai, danau, rawa, tanggul atau waduk yang ada membuat *Tarebia granifera* sanggup untuk menampati macam-macam jenis ekosistem, artinya spesies ini memiliki resistensi yang tinggi terhadap adanya perubahan kualitas air di tempatnya berada. Tipe reproduksi sangat cepat, dalam pembuatan sel telur indukan tidak membutuhkan jantan, sistem reproduksi pada spesies ini merupakan parthenogenesis yaitu

sistem reproduksi tanpa kopulasi atau proses kawin (Sirza, dkk., 2020).

Spesies *Tarebia granifera* dipublikasikan pertama kali dengan sebutan *Melania granifera* tanpa dilengkapi keterangan lokasi maupun deskripsi. Kemudian Adams and Adams (1854) memindahkan *M. granifera* masuk ke dalam genus *Tarebia*, namun yang lain menggunakan nama *Thiara granifera* (Jutting, 1937; 1941). *Melania granifera* terbagi menjadi dua subspecies menurut Rensch (1934) yaitu *M. granifera granifera* dan *M. granifera lineata*. Seiring perkembangannya kemudian Gaulbrecht (1996) mengembalikan nama *Tarebia granifera* sehingga nama-nama yang merujuk pada spesies *Melania granifera* merupakan sinonimnya (Takdim & Annawaty, 2019). Spesies ini masuk dalam anggota famili thiaridae yang dalam nilai toleransi taksa menunjukkan angka tiga sehingga bisa dijadikan sebagai bioindikator kualitas air karena sifatnya yang cukup toleran terhadap perubahan kondisi kualitas air dan merupakan jenis fakultatif yang dapat hidup di lingkungan yang perairannya tidak tercemar hingga perairan tercemar sedang.

f. *Batillaria attramentaria*

Spesies *Batillaria attramentaria* memiliki karakteristik morfologi ukuran tubuh spesies ini memiliki panjang berkisar 1,5 cm (Whitlacth & Obreski, 1980) serta bisa tumbuh hingga panjangnya 3,5 cm dalam kurun waktu kisaran delapan hingga sepuluh tahun (yamada, 1982). *Batillaria attramentaria* umumnya ditemukan di beragam jenis rawa-rawa, daerah yang berlumpur, di muara, habitat laut, zona riparian serta di lahan basah (Sugianti, dkk., 2014). Spesies *Batillaria attramentaria* masuk dalam anggota famili dari *battillaridae* yang mana tidak memiliki nilai toleransi taksa, sehingga siput air tawar jenis ini merupakan spesies yang intoleran atau memiliki batas toleransi yang sedikit terhadap adanya bahan pencemar serta tidak tahan dengan adanya tekanan lingkungan sehingga spesies ini hanya dapat bertahan hidup dan berkembang pada lingkungan perairan yang belum tercemar. Spesies *Batillaria attramentaria* banyak ditemukan di stasiun I dan III yang mengindikasikan bahwa lokasi tersebut memiliki lingkungan perairan yang belum tercemar.

g. *Anodonta woodiana*

Anodonta woodiana atau yang disebut dengan kijing Taiwan merupakan kerang yang habitatnya di perairan tawar yang berasal dari negara Taiwan. Karakteristik morfologi hewan ini adalah memiliki tubuh simetri bilateral yang terdiri dari dua cangkang. Pada bagian cangkangnya berwarna hijau kebiru-biruan atau kecoklat-coklatan dengan adanya bercak putih. Pencernaan pada kerang ini memiliki alat-alat seperti adanya mulut yang tidak ditemukannya rahang maupun gigi, sepasang labial palps yang memiliki silia, esophagus, lambung rectum dan selanjutnya anus. Makanan atau zat yang tersuspensi dengan air kemudian masuk lalu digerakkan, diperas dan dicerna dengan bantuan silia yang merupakan rambut getar pada sistem pencernaannya (Azizi, 2011). Kerang ini pada fase muda memiliki cangkang yang lebih tipis sehingga dapat memudahkan pertambahan panjang cangkang yang sangat cepat (Hasan, 2015). Spesies kerang air tawar *Anodonta woodiana* merupakan jenis kerang yang memiliki sifat hidup yang relatif menetap serta merespon dengan cepat adanya perubahan kualitas air serta dapat

merepresentasikan keadaan kondisi lingkungan dalam kurun waktu yang panjang (Sunarto, 2012). kerang kijing termasuk ke dalam anggota family unionidae yang jika dilihat dari besaran nilai toleransi taksa memiliki nilai yang paling besar diantara spesies lain yang ditemukan di lokasi penelitian sama dengan *Bellamya javanica* yaitu memiliki nilai enam, dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa spesies tersebut sangat toleran terhadap adanya perubahan kondisi lingkungan perairan. *Anodonta woodana* termasuk jenis toleran yang memiliki batas toleransi yang cukup banyak sehingga bisa tetap hidup dan berkembang serta bisa mencapai kepadatan tertinggi pada lingkungan yang memiliki pencemaran air cukup tinggi. Selaras dengan ditemukannya spesies jenis ini yang melimpah di stasiun II disertai penemuan spesies *Bellamya javanica* yang mana memiliki nilai taksa tinggi yang sama sehingga kehadiran spesies-spesies tersebut cukup untuk mengindikasikan bahwa stasiun II memiliki lingkungan perairan yang tercemar.

h. *Melanoides tuberculata*

Melanoides tuberculata yang umumnya dikenal dengan sebutan *red-rim Melania* yang memiliki bentuk polimorfik dan merupakan spesies endemik Asia Selatan dan juga Afrika tropis (Abbot, 1952 dalam Salwiyah, 2022). Terdapat 25 nama ilmiah yang merujuk pada spesies ini. Karakteristik spesies ini memiliki cangkang yang berukuran sedang yaitu 15,39-46,78 mm dengan bentuk cangkang yang memanjang serta umumnya memiliki permukaan yang halus. *Melanoides tuberculata* memiliki warna cangkang kuning cerah atau kuning kecoklatan namun ada juga yang memiliki warna kuning kehijauan. Nampak titik atau berkas (*flames*) berwarna coklat yang susunannya irregular atau berada di bawah sutura pada masing-masing seluk. Pada bagian cangkang sering kali ditemukan pita berwarna coklat yang mengitari pusat cangkang. Spesies ini hidup pada perairan lentik serta perairan lotik, alami maupun buatan (Isnainingsih, 2021). *Melanoides tuberculata* termasuk ke dalam famili Thiaridae yang menunjukkan nilai angka tiga dalam nilai toleransi taksa yang artinya mampu untuk bertahan hidup di

lingkungan yang perairannya belum tercemar hingga perairan yang tercemar sedang sebab termasuk ke dalam jenis hewan fakultatif.

2. Kualitas Air Waduk Jatibarang berdasarkan Bioindikator Filum Mollusca

Kondisi perairan di waduk Jatibarang Kota Semarang padat diketahui berdasarkan komponen biologis atau bioindikator filum Mollusca dengan menggunakan beberapa indeks. Berikut adalah klasifikasi filum Mollusca kelas gastropoda dan bivalvia yang ditemukan di tiga lokasi penelitian di kawasan waduk Jatibarang Kota Semarang yang dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Klasifikasi Filum Mollusca (Gastropoda dan Bivalvia) di Kawasan Waduk Jatibarang Kota Semarang

Kelas	Ordo	Famili	Genus	Spesies
Gastro- poda	Mesogastro	Ampulla	<i>Pomacea</i>	<i>Pomacea</i>
	poda	riidae		<i>insularum</i>
	Mesogastro	Ampulla	<i>Pomacea</i>	<i>Pomacea</i>
	poda	riidae		<i>canaliculita</i>
	Viviparoi- dea	Vivipari- dae	<i>Bellamyia</i>	<i>Bellamyia</i> <i>javanica</i>
	Stylommato	Achatini	<i>Achatina</i>	<i>Achatina</i>
	phora	dae		<i>fulica</i>
	Caenogastro	Thiari-	<i>Tarebia</i>	<i>Tarebia</i>
	poda	dae		<i>granifera</i>
Cerithioidea	Batillarii	dae	<i>Batillaria</i>	<i>Batillaria</i>
				<i>atramentaria</i>
	Sorbeocon- cha	Thiari- dae	<i>Melanoi- des</i>	<i>Melanoidea</i> <i>tuberculata</i>
Bival- via	Eulamelli- branchiata	Unioni- dae	<i>Anodon- ta</i>	<i>Anodonta</i> <i>woodiana</i>

a. Kelimpahan Relatif Filum Mollusca Kelas Gastropoda dan Bivalvia (KR)

Kelimpahan filum Mollusca kelas gastropoda dan bivalvia yang berada di stasiun I, stasiun II, dan

stasiun III area waduk Jatibarang Kota Semarang dapat diamati pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Kelimpahan Relatif Filum Mollusca Stasiun I

No.	Nama Spesies	Jumlah Individu (ni)	KR (%)
1.	<i>Pomacea insularum</i>	21	43,75
2.	<i>Pomacea canaliculata</i>	6	12,5
3.	<i>Bellamyia javanica</i>	0	0
4.	<i>Achatina fulica</i>	0	0
5.	<i>Tarebia granifera</i>	7	14,58
6.	<i>Batillaria attramentaria</i>	3	6,25
7.	<i>Melanoides tuberculata</i>	2	4,17
8.	<i>Anodonta woodiana</i>	9	18,75
	Total individu (N)	48	100%

Berdasarkan tabel 4.4 hasil indeks kelimpahan relatif pada stasiun I yang berlokasi di Desa Jamalsari yang dekat dengan pemukiman warga terdapat spesies yang memiliki indeks kelimpahan relatif yang paling tinggi yaitu *Pomacea insularum* (43,75%), disusul dengan *Anodonta woodiana* (18,75%), *Tarebia granifera* (14,58%), *Pomacea canaliculata* (12,5%), *Battilaria attramentaria* (6,25%),

dan kelimpahan relatif terendah yang ada pada stasiun I yaitu *Melanoides tuberculata* (4,17%).

Tabel 4.5 Kelimpahan Relatif Filum Mollusca Stasiun II

No.	Nama Spesies	Jumlah Individu (ni)	KR (%)
1.	<i>Pomacea insularum</i>	0	0
2.	<i>Pomacea canaliculata</i>	0	0
3.	<i>Bellamyia javanica</i>	3	7,90
4.	<i>Achatina fulica</i>	1	2,63
5.	<i>Tarebia granifera</i>	0	0
6.	<i>Batillaria attramentaria</i>	0	0
7.	<i>Melanoides tuberculata</i>	0	0
8.	<i>Anodonta woodiana</i>	34	89,47
	Total individu (N)	38	100%

Berdasarkan tabel 4.5 hasil indeks kelimpahan relatif pada stasiun II yang berlokasi di gang Sawo Desa Jatibarang yang terletak jauh dari pemukiman warga terdapat spesies yang memiliki nilai indeks kelimpahan relatif yang paling tinggi yaitu pada spesies *Anodonta woodiana* (89,47%), dan spesies sisanya adalah *Bellamyia javanica* dengan indeks

kelimpahan relatif 7,9% dan *Achatina fulica* dengan nilai 2,63%.

Tabel 4.6 Kelimpahan Relatif Filum Mollusca Stasiun III

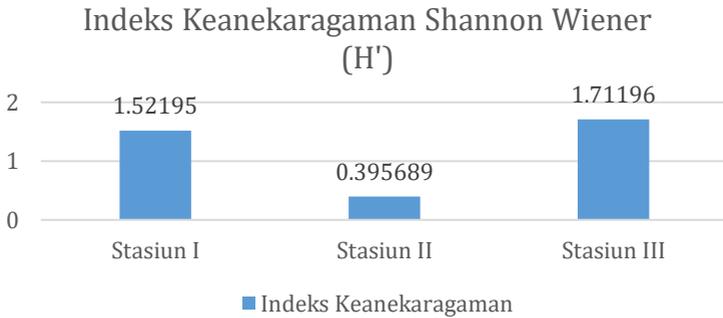
No.	Nama Spesies	Jumlah Individu (ni)	KR (%)
1.	<i>Pomacea insularum</i>	0	0
2.	<i>Pomacea canaliculata</i>	11	22,45
3.	<i>Bellamyia javanica</i>	0	0
4.	<i>Achatina fulica</i>	0	0
5.	<i>Tarebia granifera</i>	12	24,49
6.	<i>Batillaria attramentaria</i>	11	22,45
7.	<i>Melanooides tuberculata</i>	9	18,37
8.	<i>Anodonta woodiana</i>	6	12,24
	Total individu (N)	49	100%

Berdasarkan tabel 4.6 hasil indeks kelimpahan relatif pada stasiun III yang berlokasi di lokasi objek wisata Lembah Waduk Jatibarang terdapat spesies yang memiliki indeks kelimpahan relatif yang paling tinggi yaitu *Tarebia granifera* dengan nilai KR sebesar 22,49%, *Pomacea canaliculata* dan *Battilaria attramentaria* yang memiliki nilai indeks sama yaitu 22,45%, *Melanooides tuberculata*

(18,37%) dan spesies dengan nilai indeks kelimpahan relatif yang rendah adalah *Anodonta woodiana* (12,24%).

b. Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman adalah jumlah dari banyaknya jenis di suatu ekosistem. Nilai indeks keanekaragaman di waduk Jatibarang Kota Semarang dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.12 Indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H')

Tabel 4.7 Indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H')

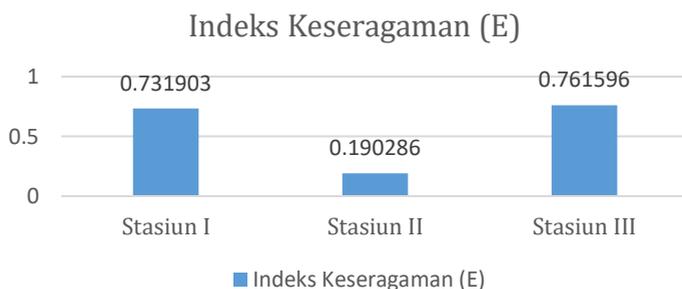
Stasiun	Indeks Keanekaragaman (H')	Kategori
I	1,52195	Keanekaragaman sedang
II	0,395689	Keanekaragaman rendah
III	1,583695	Keanekaragaman sedang

Pada grafik dan tabel diatas dapat diketahui bahwa indeks keanekaragaman (H') di waduk Jatibarang Kota Semarang berkisar antara 0,395689 hingga 1,583695. Berdasarkan indeks keanekaragaman tersebut stasiun pengambilan sampel Mollusca di waduk Jatibarang Kota Semarang dapat dikategorikan memiliki keanekaragaman yang tergolong rendah hingga keanekaragaman yang tergolong sedang. Pada stasiun I waduk Jatibarang di lokasi Desa Jamalsari memiliki indeks keanekaragaman sebesar 1,52195 yang dikategorikan sebagai keanekaragaman tergolong sedang, kemudian pada stasiun II waduk Jatibarang di lokasi Gang Sawo Desa Jatibarang memiliki indeks keanekaragaman sebesar 0,395689 yang dapat dikategorikan sebagai keanekaragaman tergolong rendah, serta di stasiun pengamatan terakhir di stasiun III memiliki indeks keanekaragaman 1,583695 dimana indeks tersebut dikategorikan sebagai keanekaragaman tergolong sedang berdasarkan hasil perhitungan serta kriteria menurut Shannon-Wiener (Krebs, 1989). Pada stasiun III indeks keanekaragaman Shannon Wiener yang tertinggi diantara kedua stasiun lainnya disusul oleh stasiun I kemudian yang paling rendah pada stasiun II.

Menurut Presetya (2017) indeks keanekaragaman yang tergolong sedang merepresentasikan penyebaran

individu tiap jenis yang tidak merata. Hal ini dikarenakan makin kecilnya jumlah spesies dan terdapat beberapa individu yang jumlahnya lebih banyak maupun sebaliknya. Pada stasiun II memiliki jumlah indeks keanekaragaman yang paling sedikit sebab terdapat jenis Mollusca yang mendominasi serta jumlah spesies yang ditemukan pada lokasi stasiun II sedikit. Hal ini bisa dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang ada di sekitar lokasi seperti parameter fisika dan kimia. Pada lokasi penelitian stasiun II memiliki nilai pH yang cukup tinggi yang dapat berpengaruh terhadap kehidupan Mollusca, faktor tersebut disinyalir yang membuat di stasiun II tersebut hanya ditemukan Mollusca dengan jenis toleransi yang cukup tinggi terhadap adanya pencemaran lingkungan. Ditemukan famili viviparidae dan famili unionidae yang memiliki nilai toleransi cukup tinggi (ti) dibanding famili lain yang ditemukan di semua lokasi penelitian sehingga kedua famili tersebut mampu bertahan hidup dan mendominasi di stasiun II meskipun umumnya pH tinggi tidak ideal untuk beberapa jenis Mollusca intoleran. hal inilah yang membuat lokasi penelitian stasiun II memiliki indeks keanekaragaman yang rendah sebab penyebaran individu tidak merata serta terdapat spesies yang mendominasi.

c. Indeks Keseragaman (E)



Gambar 4.13 Indeks Keseragaman

Tabel 4.8 Indeks Keseragaman

Stasiun	Indeks Keseragaman (E)	Kategori
I	0,731903	Keseragaman tinggi
II	0,190286	Keseragaman rendah
III	0,761596	Keseragaman tinggi

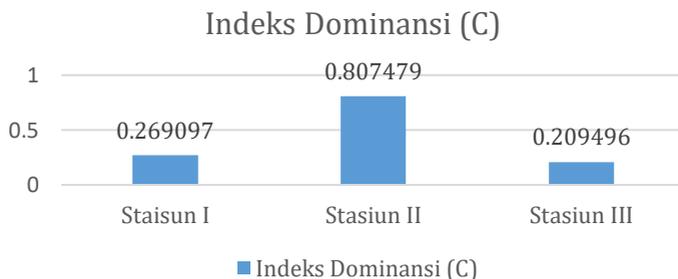
Nilai indeks keseragaman (E) yang diperoleh dari ketiga stasiun penelitian berkisar antara 0,190286 hingga 0,761596. Pada lokasi penelitian stasiun I menyatakan nilai indeks keseragaman 0,731903 dengan kategori keseragaman tinggi. Nilai indeks di stasiun I tersebut hampir mendekati angka satu yang artinya keseragaman antar jenis dapat dikatakan relatif merata yaitu jumlah

individu pada tiap-tiap jenis relatif sama serta memiliki perbedaan yang tidak terlalu mencolok (Rahadyan, 2005). Pada lokasi penelitian stasiun II memiliki indeks keseragaman paling rendah dibanding dengan kedua lokasi penelitian yang lainnya yaitu dengan nilai indeks keseragaman 0,190286 dan masuk dalam kategori keseragaman rendah. Nilai indeks di stasiun II tersebut hampir mendekati angka nol sehingga keseragaman diantara jenis di dalamnya rendah atau kekayaan antar individu yang dimiliki antar individu yang dimiliki masing-masing jenis sangat jauh berbeda (Rahadyan, 2005). Lokasi penelitian stasiun III mendapat nilai indeks keseragaman paling tinggi yaitu dengan nilai 0,761596 dengan kategori keseragaman tinggi. Nilai ini hampir sama dengan stasiun I yakni mendekati angka satu, artinya pada stasiun III ini keseragaman antar jenis relatif merata dengan jumlah individu pada tiap-tiap jenis relatif sama serta memiliki perbedaan yang paling tidak terlalu mencolok diantara stasiun penelitian yang lain.

d. Indeks Dominansi Simpson (C)

Indeks dominansi memiliki fungsi untuk mengetahui ada atau tidaknya dominasi suatu jenis di suatu ekosistem. Tinggi atau rendahnya nilai yang ditunjukkan indeks dominansi (C) akan mempengaruhi keanekaragaman dai

suatu spesies. Nilai indeks dominansi Simpson (C) pada lokasi penelitian ketiga stasiun yang berada di kawasan waduk Jatibarang Kota Semarang dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut:



Gambar 4.14 Indeks Dominansi (C)

Tabel 4.9 Indeks Dominansi (C)

Stasiun	Indeks Dominansi (C)	Kategori
I	0,269097	Dominansi rendah
II	0,807479	Dominansi tinggi
III	0,209496	Dominansi rendah

Indeks dominansi (C) pada lokasi penelitian stasiun I, II, dan III Waduk Jatibarang Kota Semarang berkisar antara 0,209496-0,807479. Menurut Odum (1993), bila indeks dominansi (C) menyatakan nilai yang mendekati

nol maka indeks dominansi di lokasi tersebut memiliki tingkat dominansi yang rendah sehingga tidak ada spesies yang mendominasi, namun jika indeks dominansi (C) menyatakan nilai mendekati angka satu maka masuk dalam kategori dominansi tinggi dan terdapat spesies yang mendominasi. Pada stasiun I memiliki indeks dominansi 0,269097 yang dikategorikan memiliki dominansi rendah, yang artinya dalam struktur komunitas tersebut tidak ada jenis yang mendominasi jenis lain sehingga lokasi stasiun I dikatakan stabil. Pada stasiun II memiliki nilai indeks dominansi yang paling tinggi bila dibandingkan dengan kedua lokasi penelitian yang lainnya yaitu 0,807479, hal tersebut terjadi karena pada stasiun II hanya ditemukan tiga spesies dengan jumlah spesies *Anodonta woodiana* yang mendominasi lokasi penelitian tersebut. Dominansi yang tinggi merupakan indikasi bahwa di lokasi penelitian tersebut memiliki kekayaan jenis yang rendah serta besaran populasi tidak merata (Munandar, dkk., 2016). nilai indeks dominansi (C) yang ditunjukkan oleh stasiun II memiliki nilai yang mendekati angka satu yang artinya dalam lokasi penelitian tersebut memiliki jenis yang mendominasi jenis lain sehingga struktur komunitas labil dan terjadi tekanan ekologis. Indeks dominansi terendah pada lokasi

penelitian berada di stasiun III dengan nilai indeks dominansi 0,209496 yang masuk dalam kategori dominansi rendah sehingga lokasi penelitian stasiun III ini dikatakan kondisinya paling stabil.

e. Family Biotic Index (FBI)

Tabel 4.10 Hasil Pengamatan Filum Mollusca Pada Stasiun I berdasarkan *Family Biotic Index* (FBI)

Famili	Spesies	Jumlah (Xi)	Toleransi (ti)	Xi*ti
Ampullariidae	<i>P. insularum</i>	21	3	63
Ampullariidae	<i>P. canaliculata</i>	6	3	18
Viviparidae	<i>B. javanica</i>	0	6	0
Achatinidae	<i>A. fulica</i>	0	3	0
Thiaridae	<i>T. granifera</i>	7	3	21
Batillariidae	<i>B. attramentaria</i>	3	0	0
Thiaridae	<i>M. tuberculata</i>	2	3	6
Unionidae	<i>A. woodiana</i>	9	6	54
Jumlah		48		162

Berdasarkan data tabel di atas maka perhitungan nilai *Family Biotic Index* (FBI) pada stasiun I sebagai berikut:

$$FBI = \frac{Xi*ti}{n} = \frac{162}{48} = 3,375$$

Sehingga dengan nilai indeks 3,375 hasil perhitungan FBI untuk stasiun I masuk dalam kategori kualitas air sangat baik dengan tingkat pencemaran tidak terpolusi bahan organik.

Tabel 4.11 Hasil Pengamatan Filum Mollusca Pada Stasiun II berdasarkan *Family Biotic Index* (FBI)

Famili	Spesies	Jumlah (Xi)	Toleransi (ti)	Xi*ti
Ampullariidae	<i>P. insularum</i>	0	3	0
Ampullariidae	<i>P. canaliculata</i>	0	3	0
Viviparidae	<i>B. javanica</i>	3	6	18
Achatinidae	<i>A. fulica</i>	1	3	3
Thiaridae	<i>T. granifera</i>	0	3	0
Batillariidae	<i>B. attramentaria</i>	0	0	0
Thiaridae	<i>M. tuberculata</i>	0	3	0
Unionidae	<i>A. woodiana</i>	34	6	204
Jumlah		38		225

Berdasarkan data tabel di atas maka perhitungan nilai *Family Biotic Index* (FBI) pada stasiun I sebagai berikut:

$$FBI = \frac{Xi*ti}{n} = \frac{225}{38} = 5,921053$$

Sehingga dengan nilai indeks 5,921053 hasil perhitungan FBI untuk stasiun II masuk dalam kategori kualitas air agak buruk dengan tingkat pencemaran terpolusi banyak.

Tabel 4.12 Hasil Pengamatan Filum Mollusca Pada Stasiun III berdasarkan *Family Biotic Index* (FBI)

Famili	Spesies	Jumlah (Xi)	Toleransi (ti)	Xi*ti
Ampullariidae	<i>P. insularum</i>	0	3	0
Ampullariidae	<i>P. canaliculata</i>	11	3	33
Viviparidae	<i>B. javanica</i>	0	6	0
Achatinidae	<i>A. fulica</i>	0	3	0
Thiaridae	<i>T. granifera</i>	12	3	36
Batillariidae	<i>B. attramentaria</i>	11	0	0
Thiaridae	<i>M. tuberculata</i>	9	3	27
Unionidae	<i>A. woodiana</i>	6	6	36
	Jumlah	49		132

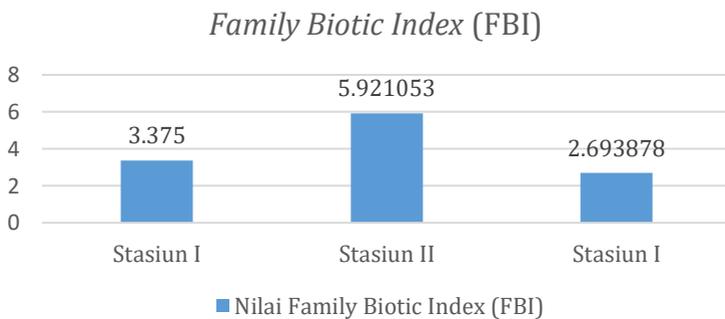
Berdasarkan data tabel di atas maka perhitungan nilai *Family Biotic Index* (FBI) pada stasiun I sebagai berikut:

$$FBI = \frac{Xi*ti}{n} = \frac{132}{49} = 2,693878$$

Sehingga dengan nilai indeks 2,693878 hasil perhitungan FBI untuk stasiun III masuk dalam kategori kualitas air sangat baik dengan tingkat pencemaran tidak terpolusi bahan organik.

Menurut Krisanti et al, (2010) penggunaan indeks FBI lebih baik dalam memberikan skor terhadap famili makroinvertebrata yang secara umum banyak ditemukan di

Indonesia bila dibandingkan dengan indeks biotik lainnya. indeks FBI juga cenderung peka untuk mendeteksi peningkatan nutrisi dan sedimen, pencemaran organik, serta kandungan oksigen terlarut (Moran, 2016). berikut adalah gambar dan tabel indeks FBI pada ketiga stasiun serta penggolongannya.



Gambar 4.15 Indeks *Family Biotic Index* (FBI)

Tabel 4.13 Indeks *Family Biotic Index* (FBI)

Stasiun	Nilai Family Biotic Index (FBI)	Kualitas Air	Tingkat pencemaran
I	3,375	Sangat baik	Tidak terpolusi bahan organik
II	5,921053	Agak buruk	Terpolusi banyak
III	2,693878	Sangat baik	Tidak terpolusi bahan organik

Hasil indeks FBI pada tabel tersebut menunjukkan bahwa satu dari tiga stasiun lokasi penelitian di waduk Jatibarang Kota Semarang memiliki kualitas air yang agak buruk dengan tingkat pencemaran yang terpolusi banyak. Stasiun I yang berada di dekat pemukiman warga memiliki indeks FBI 3,375 dengan kualitas air yang sangat baik dengan tingkat pencemaran tidak terpolusi bahan organik. Stasiun II yang berada jauh dari pemukiman warga memiliki indeks FBI yang paling tinggi dibanding dua stasiun lain yaitu dengan nilai 5,921053 yang tergolong ke dalam kualitas air agak buruk dengan tingkat pencemaran terpolusi agak banyak. Meskipun stasiun II ini jauh dari pemukiman warga namun bahan pencemar ini dapat berasal dari kegiatan masyarakat yang mencari ikan, membuat gubug serta api unggun serta beberapa pemancing yang meninggalkan sampah di area lokasi stasiun II. Adanya aktivitas tersebut membuat kualitas air di stasiun II masuk ke dalam kategori agak buruk berdasarkan nilai FBI. faktor yang dapat mempengaruhi penurunan kualitas perairan dapat disebabkan oleh banyaknya kegiatan manusia yang tidak terkendali (Rachman, dkk., 2017). Stasiun III memiliki indeks FBI dengan nilai paling rendah diantara dua stasiun penelitian yang lain yaitu sebesar 2,693878, dengan nilai tersebut stasiun III masuk ke dalam kategori kualitas air sangat baik dengan tingkat pencemaran tidak terpolusi bahan organik. Meskipun

stasiun III merupakan lokasi yang berada di objek wisata namun hal ini tidak mempengaruhi kondisi kualitas di lokasi tersebut, hal ini karena kesadaran masyarakat serta pengelolaan objek wisata yang sadar akan kebersihan dan tidak melakukan aktivitas yang dapat memicu kerusakan lingkungan perairan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang Studi Keanekaragaman Filum Mollusca Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Waduk Jatibarang Kota Semarang yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Selama penelitian ini dilakukan, ditemukan delapan jenis filum Mollusca dengan total keseluruhan jumlah spesies yang ditemukan di ketiga stasiun lokasi penelitian sebanyak 135 individu. Komposisi filum Mollusca yang ditemukan pada penelitian ini terbagi ke dalam enam famili yaitu dua spesies dari famili Ampullariidae (*Pomacea insularum* dan *Pomacea canaliculata*), dua spesies dari famili Thiaridae (*Tarebia granifera* dan *Melanoides tuberculata*), Viviparidae (*Bellamya javanica*), Unionidae (*Anodonta woodiana*), Achatinidae (*Achatina fulica*), serta Battilariidae (*Battilaria attramentaria*). Berdasarkan hasil analisis indeks keanekaragaman (H') pada stasiun I termasuk dalam kategori keanekaragaman tergolong sedang, pada stasiun II termasuk dalam kategori

keanekaragaman tergolong rendah, serta pada lokasi III masuk dalam kategori keanekaragaman tergolong sedang. Indeks keseragaman (E) pada lokasi stasiun I menyatakan bahwa memiliki keseragaman tinggi, stasiun II memiliki keseragaman rendah dan pada lokasi stasiun III memiliki keseragaman tinggi. Indeks dominansi pada stasiun I tidak menyatakan nilai dengan kategori dominansi rendah sehingga tidak ada jenis yang mendominasi, pada stasiun II kategori dominansi tinggi karena terdapat jenis yang mendominasi, pada lokasi stasiun III masuk dalam kategori dominansi rendah sebab tidak ada juga jenis yang mendominasi.

2. Pengukuran kualitas air dengan bioindikator filum Mollusca menggunakan metode *Family Biotic Index* (FBI) menyatakan bahwa pada lokasi stasiun I memiliki kualitas air sangat baik dengan tingkat pencemaran tidak terpolusi bahan organik, pada stasiun II menyatakan nilai dengan kategori kualitas air agak buruk dengan tingkat pencemaran terpolusi banyak, sedangkan pada lokasi stasiun III memiliki nilai indeks FBI paling rendah dengan kualitas air sangat baik dan tingkat pencemaran tidak terpolusi bahan organik. lokasi stasiun III menjadi lokasi dengan kondisi

kualitas air paling baik diantara dua stasiun penelitian yang lain ditinjau dari indeks *Family Biotic Indeks* (FBI), meskipun lokasi stasiun III dijadikan sebagai objek wisata Lembah Waduk Jatibarang, hal tersebut bisa dipicu oleh kesadaran masyarakat atau pengelola wisata untuk menjaga lingkungan guna menarik minat wisatawan akan yang berkunjung.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan parameter biologis dari filum lain yang menunjukkan nilai toleransi taksa yang lebih tinggi dibandingkan dengan filum Mollusca berdasarkan nilai toleransi *Family Biotic Index* (FBI) untuk melihat kondisi kualitas air di waduk Jatibarang Kota Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah. 2020. "Study Daya Dukung Sumber Daya Ikan Di Waduk Jatibarang Semarang," *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 26(1), hal. 1-9.
- Aji, I. P., A. Widyastuti dan Y. Farwas. 2015. Katalog Moluska Unit Pelaksana Teknis Loka Konservasi Biota Laut Biak Sei I Gastropoda: *Strombidae*. Pusat Penelitian Oseanografi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Alihar, Fadjri. 2018. Penduduk dan Akses Air Bersih di Kota Semarang. LIPI: Jurnal Kependudukan Indonesia.
- Apridiyanti, Eka. 2008. Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ariani, D., Swasta, J., & Adnyana B. 2019. Studi Tentang Keanekaragaman dan Kemelimpahan Mollusca Bentik serta Faktor-Faktor Ekologis yang Mempengaruhinya di Pantai Mengening, Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi: Undiksha*.
- Arisandi, Prigi. 2012. Studi Kualitas Air Sungai Bone dengan Metode Biomonitoring (Online). Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa.

Badan Peraturan Daerah Kota Semarang No. 4 Tahun 2011 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah kota Semarang Tahun 2011-2031. Semarang: Badan Peraturan Daerah Kota Semarang.

Bode, R.W., Novak, M.A., dan Abele, L.E. 1996. Quality Assurance Work Plan for Biological Stream Monitoring in New York State. NYS Department of Environmental Conservation, Albany, NY. 89p.

Bode, R.W., Novak, M.A., Abele L.E., Heitzman, D.L., and Smith, A.J. 2002 Quality Assurance Work Plan for Biological Stream Monitoring in New York State. NYS Department of Environmental Conservation, Albany, NY. 115p.

Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana. 2009. Bendungan Jatibarang. SNVT Pembangunan Bendungan.

BPS-Statistic Indonesia. 2019. statistic Indonesia: statistic yearbook of Indonesia 2018. Badan Pusat Statistik/ BPS-Statistics Indonesia.

BPS. 2014. Statistika Kesejahteraan Rakyat 2014. Jakarta: Badan Pusat Statistika.

Bieler R, dan Mikkelsen P. 2006. Bivalvia Branches. Jurnal Zoologi. 3(1): 223 – 235.

Campbell, Neil A. 2005. Biologi. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Campbell, Neil A. Dan Reece, Jane B. 2008. Biologi edisi Kedelapan Jilid I. Terjemahan oleh Damaring Tyas Wulandari. 2010. Jakarta: Erlangga.
- Cappenberg, H.A.W, dan Aswandy. 2006. Komunitas Moluska di Perairan Teluk Gilimanuk, Bali Barat. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*-40:53-64.
- Darmono. 2001. Lingkungan dan Pencemaran (Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam). Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Dharma.1992. Siput Kerang di Indonesia. Jakarta: PT Sarana Graha.
- Dwitawati, D. A., Sulistyarsi, A., & Wisiyanto, J. 2015. Biomonitoring Kualitas Air Sungai Gandong dengan Bioindikator Makrovertebrata sebagai Bahan Petunjuk Praktikum pada Pokok Pembahasan Pencemaran Lingkungan SMP Kelas VII. *Florea. Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, Vol. 2 No. 1.
- Hasan, S., Seroseno, R.H., & Abubakar, S. 2020. Distribusi vertical dan Komposisi Moluska pada Ekosistem Hutan Mangrove di Gugusan Pulau-Pulau Sidongoli Kabupaten Halmahera Barat Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Agribisnis Perikanan* 13(1). 29-37.

- Hegner, R.B. & J.G. Engeman. 1968. *Invertebrata Zoology*. New York: Macmillan Publishing Co. INC.
- Hilsenhoff, W.L. 1987. An Improved Biotic Index of Organics Stream Pollution. *Great Lakes Entomol.* 20:31-39.
- Husamah dan Abdul Khadir Rahardjanto. 2019. *Bioindikator Teori dan Aplikasi dalam Biomonitoring*. Malang: Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang.
- Irwan. 2014. *Prinsip-Prinsip Ekosistem, Lingkungan dan Kelestariannya*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jutting, WSS. 1956. *Systematic Studies on the Non Marine Mollusca of the Indo Australian Archipelago. V. Critrical. revision on the Jabvanese Fresh Water. Gastropods. Treubia*.
- Kawuri, L. R., Suparjo, M.N., & Suryanti, S. 2012. Kondisi Perairan Berdasarkan Bioindikator Makrobentos di Sungai Seketak Tembalang Kota Semarang. *Journal of Management of Auatic Resources*.
- Kementerian LHK dan LIPI. 2019. *Panduan Identifikasi Jenis Satwa Liar Dilindungi: Hervetofauna*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

- Kimball, John W. 2006. Biologi, Edisi Kelima. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kristanto, I. P. 2004. Ekologi Industri. Yogyakarta: Andi Offset.
- Leba, G. V., Koneria R., & Papu A. (2013). Keanekaragaman Serangga Air di Sungai Pajowa Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal Mipa Unsrat Online* 2(2): 73-78.
- LIPI. 2015. Bogor: Lembaga Ilmu pengetahuan Indonesia.
- Listiani, N. M. 2017. Pengaruh Kreativitas dan Motivasi Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Produktif Pemasaran Pada Siswa Kelas XI SMK Negeri 2 Tuban. *Jurnal Ekonomi Pendidikan dan Kewirausahaan*, 2(2), 263. <https://doi.org/10.26740/jepk.v2n2.p263-275>
- Lytle, Charles F. dan John R. Meyer. 2005. *General Zoology Laboratory Guide*. Edisi Kelima Belas. New York: McGraw-Hill.
- Marbun, F. 2017. Asosiasi Gastropoda dengan Lamun di Perairan Kampung Bugis Kabupaten Bintan. Skripsi. Tanjung Pinang: Universitas maritime Raja Ali.
- Marlina, E. 2020. Pengembangan Model Pembelajaran Blended Learning Berbantuan Aplikasi Sevima Edlink. *Jurnal Pagegogik*, 3(2), 104-110.

- Melati, Ferianita, dkk. 2005. Komunitas Fitoplankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. Depok: Seminar Nasional MIPA Universitas Indonesia.
- Michael, P. 1984. Ekologi untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium. Jakarta: UI Press.
- Miller, Stephen A., Harley, John P. 2005. Zoology, Sixth edition. New York: The Mc Graw-Hill Companies.
- Mudjiono. 2010. Mudwhelks (Gastropoda Potamididae) from Mangroves of Ujung Kulon National Park. Banten: Jurnal Biologi.
- Naryanto et al. 2009. Indonesia di antara Berkah dan Musibah. Jakarta: Kementrian Negara Riset dan Teknologi.
- National Geographic Indonesia. 2019. Kepunahan Biodiversitas Tertinggi Indonesia Peringkat Ke-6.
- Neniati, 2016. Preparasi dan Karakterisasi Limbah Biomedical Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*) dari Desa Gunung Madu sebagai Bahan Dasar Biokeramik. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung Bandar Lampung.
- Nybaken, J. W. 1992. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Eidmen, M. et a. (penterjemah). Sukardjo. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

- Octaviana C, Yulianda F., dan Krisanti M. 2016. Struktur Komunitas Tiram Daging di Perairan Estuaria Kuala Gigieng, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. 3(2): 108-117).
- Odum E. P. 1996. *Dasar-Dasar Ekologi: edisi ketiga*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pitaloka D. A. 2015. *Filogeografi Kerang Hijau (Perna viridis) di Indonesia dan Kaitannya dengan jalur Lintang Pelayaran (Skripsi)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Plafkin, J.L., Barbour, M.T., Porter, K.D., Gross, S.K., and Hughes, R.M. 1989. *Rapid Bioassessment Protocols for use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish*. U.S. Environmental Protection Agency. EPA 440/4-89/001. 8 chapters, Appendices A-D.
- Prasetyo, Opik, Triatmono, dan Hidayar, Sukarni. 2017. Pengembangan Modul Pengayaan Keanekaragaman Mollusca Sebagai Bahan Ajar Bagi Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi* Vol. 6 No. 1. Yogyakarta: UNY.
- Pratiwi, A., & Rusni, N. W. 2019. Kualitas Air Danau Batur Berdasarkan Parameter Fisikokimia dan NSFWQI. *Jurnal Lingkungan & Pembangunan*, 3(2), 53-60.

- Purnama, Muhammad Fajar. 2022. Buku Referensi – Seri Malakologi Gastropoda dan Bivalvia Perairan Tawar Sulawesi Tenggara. Solok: Yayasan Pendidikan Cendikia Muslim.
- Rahardjanto, Husamah dan Abdulkadir. 2019. Bioindikator (Teori dan Aplikasi dalam Biomonitoring). Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Rawlings, Timothy A., Keneth A. Hayes., Robert H. Cowie and Timothy M. Collins. 2007. The Identity, Distribution and Impacts of Non-native Apple snails in The Continental United States. Canada: BMC Evolutionary Biology.
- Rusyana, A. 2013. Zoologi Invertebrata (Teori dan Praktik). Bandung: Alfabeta.
- Romimohtarto Kasijan dan Sri Juwara. 2005. Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut. Jakarta: Djambatan.
- Safa'ah, U., & Primiani, C. N. 2018. Identifikasi Keanekaragaman Mollusca Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Area Persawahan dan DAS Kecamatan Gerih Kabupaten Ngawi. In *Proposiding Seminar Nasional Simbiosis* (Vol. 3).

- Shahra, Farah Dhiba., dkk. 2023. Keanekaragaman Mollusca sebagai Indikator Kualitas Air di Kuala Langsa Aceh. Aceh: Jurnal Jeumpa Jurnal Pendidikan Sains & Biologi.
- Septiana, Nella Indry. 2017. Keanekaragaman Mollusca (Bivalvia dan Gastropoda) di Pantai Pesisir Putih Kabupaten Lampung Selatan. Lampung: Skripsi Fakultas Tarbiah dan Keguruan UIN Raden Intan.
- Shihab, Quraish. 2009. Tafsir Al-Misbah (Kesan Pesan dan Keresasian Al-Quran), Jakarta: Lentera Hati.
- Sofro, A. S. M. 1994. Keanekaragaman Genetik. Yogyakarta: Andi Offset.
- Subekti Rahayu., dkk. 2009. Monitoring Air di daerah Aliran Sungai. Bogor: World Agroforestry Centre.
- Sugiarti, Budi., dkk. 2014. daftar Mollusca yang Berpotensi Sebagai Spesies Asing Invasif di Indonesia Catatan Ke-2 (Edisi Revisi). Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Sujarta, P., Manalu, R. M., Subakti dan Suriani. 2022. Keanekaragaman Moluska dan Vegetasi Perairan Danau Sentani. Jurnal Pendidikan dan Biologi. 1(14): 88-94.

- Sukmawati, N. M. H., Pratiwi, A., & Rusni, N. W. 2019. Kualitas Air Danau Batur Berdasarkan Parameter Fisikokimia dan NSFQI. *Jurnal Lingkungan & Pembangunan*, 3(2), 53-60.
- Sumenge, V. 2008. Penentuan Kualitas Air Sungai Keanekaragaman Serangga Air. Skripsi. Universitas Samratulangi. Manado.
- Susiana. 2011. Diversitas dan Kerapatan Mangrove, Gastropoda dan Bivalvia di Estuari Perancak, Bali. Skripsi. Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perairan dan Ilmu Kelautan. Universitas Hassanudin. Makasar.
- Suwignyo, Sugiarti, dkk. 2005. *Avertebrata Air*. Jilid I. Cet I. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Takdim, Rizki Ramadhana dan Annawaty. 2019. Keanekaragaman dan Kelimpahan Keong Air Tawar (Mollusca: Gastropoda) Di Sungai Palandu dan Sungai Toinasa, Poso, Sulawesi, Indonesia. *Natural Science: Journal of Science and Technology*.
- Triatmojo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Beta Offset. Yogyakarta. 379 hlm.

- Wahyuni, Indri, dkk. 2017. Biodiversitas Mollusca (Gastropoda dan Bivalvia) Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Di Kawasan Pesisir Pulau Tunda, Banten. Banten: Universitas Sultan Agung Tirtayasa.
- Wallace R. L., Taylor W.K., 2002. Invertebrate Zoology, *A Laboratory Manual, 6th Edition*. Upper Saddle River. Prentice Hall, Inc.
- Wang, J., Jiao, Y., Ren, Y., Xue, Y., Ji, Y., & Xu, B. 2015. Comparative Study on Two Computing Methods for Estimating Shannon-Wiener Diversity Inde. *Journal of Fisheries of China*, 39(8), 1257-1263. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153417246>
- Wibowo, Haryo. 2012. Identifikasi Jenis, Kerapatan dan Diversitas Plankton Bentos Sebagai Bioindikator Perairan Sungai Pepe Surakarta. *Jurnal Bioedukasi*. Vol 5 No. 2.
- Widyanto, Joko dan Ani, S. 2016. Biomonitoring Kualitas Air Sungai Madiun Dengan Bioindikator Makroinvertebrata. IKIP PGRI Madiun: Jurnal penelitian LPPM.

Wirjohamidjojo, s., dan Swarinoto, y. 2010. Iklim kawasan Indonesia (Dari Aspek Dinamik-Sinoptik). Jakarta: Badan Meteorologi klimatologi dan Geofisika.

Yanuardi, Firman; Djoko Suprpto; dan Djuwito. 2015. Kepadatan dan Distribusi Spasial Kerang Kijing (*Anodonta woodiana*) di Sekitar Inlet dan Outlet Perairan Rawa Pening. Diponegoro Journal Of Maquares Management of Aquatic Resources. Vol 4, No 2. Hal 38-47.

LAMPIRAN 1

HASIL PERHITUNGAN DATA PENELITIAN

A. Stasiun I

Famili	Pi	LN Pi	Pi LN Pi	Pi [^]
Ampullariidae	0,4375	-0,82668	-0,36167	0,191406
Ampullariidae	0,125	-2,07944	-0,25993	0,015625
Viviparidae	0	0	0	0
Achatinidae	0	0	0	0
Thiaridae	0,145833	-1,92529	-0,28077	0,021267
Battilariidae	0,0625	-2,77259	-0,17329	0,003906
Thiaridae	0,041667	-3,17805	-0,13242	0,001736
Unionidae	0,1875	-1,67398	-0,31387	0,035156
Ampullariidae	0,4375	-0,82668	-0,36167	0,191406

H'	E	C
1,52195	1,52195	1,52195

Famili	Jumlah (Xi)	Toleransi (ti)	Xi*ti
Ampullariidae	21	3	63
Ampullaridae	6	3	18
Viviparidae	0	6	0
Achatinidae	0	3	0
Thiaridae	7	3	21
Batillaridae	3	0	0
Thiaridae	2	3	6
Unionidae	9	6	54
	48		162

$$\begin{aligned} \text{FBI Stasiun I} &= \text{Xi} \cdot \text{ti} / n \\ &= 3,375 \end{aligned}$$

B. Stasiun II

Famili	Pi	LN Pi	Pi LN Pi	Pi [^]
Ampullariidae	0	0	0	0
Ampullariidae	0	0	0	0
Viviparidae	0,078947	-2,53897	-0,20045	0,006233
Achatinidae	0,026316	-3,63759	-0,09573	0,000693
Thiaridae	0	0	0	0
Battilariidae	0	0	0	0
Thiaridae	0	0	0	0
Unionidae	0,894737	-0,11123	-0,09952	0,800554

H'	E	C
0,395689	0,395689	0,395689

Famili	Jumlah (Xi)	Toleransi (ti)	Xi*ti
Ampullariidae	0	3	0
Ampullaridae	0	3	0
Viviparidae	3	6	18
Achatinidae	1	3	3
Thiaridae	0	3	0
Batillaridae	0	0	0
Thiaridae	0	3	0
Unionidae	34	6	204
	38		225

$$\begin{aligned} \text{FBI Stasiun II} &= \text{Xi*ti/n} \\ &= 5,921053 \end{aligned}$$

C. Stasiun III

Famili	Pi	LN Pi	Pi LN Pi	Pi [^]
Ampullariidae	0	0	0	0
Ampullariidae	0,22449	-1,49393	-0,33537	0,050396
Viviparidae	0	0	0	0
Achatinidae	0	0	0	0
Thiaridae	0,244898	-1,40691	-0,34455	0,059975
Battilariidae	0,22449	-1,49393	-0,33537	0,050396
Thiaridae	0,183673	-1,6946	-0,31125	0,033736
Unionidae	0,122449	-2,10006	-0,25715	0,014994

H'	E	C
1,583695	1,583695	1,583695

Famili	Jumlah (Xi)	Toleransi (ti)	Xi*ti
Ampullariidae	0	3	0
Ampullariidae	11	3	33
Viviparidae	0	6	0
Achatinidae	0	3	0
Thiaridae	12	3	36
Batillaridae	11	0	0
Thiaridae	9	3	27
Unionidae	6	6	36
	49		132

$$\begin{aligned} \text{FBI Stasiun II} &= \text{Xi} \cdot \text{ti} / \text{n} \\ &= 2,693878 \end{aligned}$$

LAMPIRAN 2

Lokasi Sampling

Stasiun I (Kawasan Waduk Jatibarang Kota Semarang Desa Jamalsari)



Lokasi Penelitian Stasiun I



Lokasi Penelitian Stasiun I yang
dijadikan sebagai plot

Stasiun II (Kawasan Waduk Jatibarang Kota Semarang Gang
Sawo Desa Jatibarang)



Lokasi Penelitian Stasiun II



Lokasi Penelitian Stasiun II yang
dijadikan sebagai plot

Stasiun III (Kawasan Waduk Jatibarang Kota Semarang Objek
Wisata Lembah Waduk Jatibarang)



Lokasi Penelitian Stasiun III



Lokasi Penelitian Stasiun III yang
dijadikan sebagai plot

LAMPIRAN 3

Pengukuran Parameter Fisika dan Kimia

Gambar	Keterangan
	Pengukuran pH (derajat keasaman) pada lokasi penelitian stasiun I dengan nilai pH 8,43
	Pengukuran pH (derajat keasaman) pada lokasi penelitian stasiun II dengan nilai pH 9,00

	<p>Pengukuran pH (derajat keasaman) pada lokasi penelitian stasiun I dengan nilai pH 8,83</p>
	<p>Pengukuran salinitas menggunakan salinometer di lokasi penelitian. Tiga lokasi penelitian memiliki nilai salinitas nol ppt</p>
	<p>Pengukuran intensitas cahaya dengan menggunakan lux meter di lokasi penelitian stasiun I</p>

	<p>Pengukuran intensitas cahaya dengan menggunakan lux meter di lokasi penelitian stasiun II</p>
	<p>Pengukuran intensitas cahaya dengan menggunakan lux meter di lokasi penelitian stasiun III</p>
	<p>Penggunaan GPS untuk menentukan titik koordinat ketiga lokasi penelitian</p>

	<p>Penggunaan thermohygrometer untuk mengukur suhu dan kelembaban di lokasi penelitian stasiun I</p>
	<p>Penggunaan thermohygrometer untuk mengukur suhu dan kelembaban di lokasi penelitian stasiun II</p>
	<p>Penggunaan thermohygrometer untuk mengukur suhu dan kelembaban di lokasi penelitian stasiun III</p>

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : MIRTHA SARI
2. Tempat & Tgl. Lahir : Semarang, 07 April 1999
3. Alamat Rumah : Jatibarang RT 01 RW 01
Kelurahan Kedungpane
Kecamatan Mijen Kota
Semarang Jawa Tengah
4. HP : 088232087697
5. E-mail : mirthasari99@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SD Negeri Kedungpane 02 Semarang
 - b. SMP Negeri 23 Semarang
 - c. SMA Negeri 13 Semarang
 - d. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan No-Formal
 - a. MDT Al-Khoir

Semarang, 06 Juni 2024

Mirtha Sari

1708016016

