

SKRIPSI

**KEANEKARAGAMAN MAKROALGA DI PERAIRAN LAUT DESA
TINAMBUNG KECAMATAN PAMBOANG KABUPATEN MAJENE
SEBAGAI SUMBER BELAJAR BIOLOGI**



MUHAMMAD MUZAWIR

H0317343

**Skripsi ini ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk
mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
2023**

ABSTRAK

MUHAMMAD MUZAWIR: Keanekaragaman Makroalga Di Perairan Laut Desa Tinambung Kecamatan Pamboang Kabupaten Majene Sebagai Sumber Belajar Biologi. **Skripsi. Majene: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sulawesi Barat, 2023.**

Makroalga memiliki beragam manfaat, namun data keanekaragaman makroalga di Desa Tinambung masih terbatas. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menghitung keanekaragaman makroalga serta hubungannya dengan parameter lingkungan di perairan laut Desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene. Penelitian ini merupakan deskriptif kuantitatif dengan metode transek (*Belt Transek*). Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 stasiun yaitu Dusun Tappa Banua, Dusun Tinambung dan Dusun Sappolongang. Pengambilan sampel menggunakan 5 plot dengan ukuran masing-masing plot 5x5 m. Hasil penelitian ditemukan 19 spesies makroalga dari 4 divisi, 4 kelas dan 9 ordo. Nilai indeks keanekaragaman (H') yaitu 2,751 (kategori sedang), indeks kemerataan (E) yaitu 0,934 (kategori tinggi), indeks dominansi (C) yaitu 0,074 (kategori rendah) dan indeks kesamaan jenis (IS) yang paling mirip yaitu stasiun 1 dan 2 97,29%. Parameter lingkungan utama yang mempengaruhi makroalga adalah intensitas cahaya ($PC1$) dan salinitas ($PC2$), namun tidak ada yang signifikan ($p > 0,005$). Hasil penelitian dijadikan dalam bentuk *handout* sebagai alternatif sumber belajar Biologi materi tentang keanekaragaman hayati KD 3.2.

Kata kunci : keanekaragaman, makroalga, perairan laut Desa Tinambung, *handout*.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Makroalga merupakan kelompok alga yang berukuran besar dan memiliki struktur tubuh seperti thallus (Tarigan et al., 2020). Sebagian besar makroalga di Indonesia bernilai ekonomis tinggi yang dapat digunakan sebagai makanan seperti alga merah (*Acanthopora* sp.), alga hijau (*Caulerpha* sp.) dan alga coklat (*Sargassum* sp.) (Ghazali & Nurhayati, 2018) dan secara tradisional digunakan sebagai obat-obatan dari kelas Chlorophyceae (*Ulva intestinalis*, *Ulva reticulata*, *Chaetomorpha crassa*), Phaeophyceae (*Padina australis*, *Sargassum polycystum*, *Sargassum crassifolium*, *Turbinaria decurrens*) dan Rhodophyceae (*Gracilaria salicornia*, *Gracilaria coronopifolia*, *Gelidium* sp.) (Shobir et al., 2019). Dilihat dari segi ekofisiologis makroalga berfungsi sebagai penyedia karbonat dan pengokoh substrat dasar yang bermanfaat bagi stabilitas dan kelanjutan keberadaan terumbu karang (Kurniawan, 2017).

Makroalga umumnya ditemukan menempel pada benda mati maupun benda hidup secara epifit didaerah perairan dangkal (intertidal dan sublitoral) (Litaay, 2014). Makroalga sangat peka terhadap perubahan lingkungan seperti substrat, gerakan air, suhu, salinitas, pasang surut, cahaya, Ph, nutrien dan kualitas air yang merupakan faktor pembatas pertumbuhan dan perkembangan makroalga (Dwimayasanti & Kurnianto, 2018). Belum adanya faktor lingkungan tentang pertumbuhan makroalga yang berada di desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene sehingga dilakukan pengukuran parameter lingkungan. Salah satu daerah yang berpotensi memiliki makroalga adalah desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat. Hasil observasi menunjukkan bahwa desa Tinambung memiliki panjang garis pantai 1,00 km dengan luas wilayah laut 148,2 km² (Badan Pusat Statistik Majene, 2016). Di sepanjang garis pantai tersebut mudah ditemukan makroalga namun belum diketahui jenisnya. Mata pencaharian mayoritas masyarakat di desa Tinambung adalah nelayan menyebabkan potensi makroalga terabaikan.

Penelitian keanekaragaman makroalga telah dilaporkan di beberapa tempat di Indonesia, diantaranya yaitu Srimariana et al. (2020), di kawasan pesisir Pulau Tunda Kabupaten Serang, Banten yaitu spesies yang banyak dijumpai ialah *Padina minor*, *Halimeda macroloba* dan *Gracilaria salicornia*. Di tempat lain Ahsaniyah et al. (2021), juga melaporkan di perairan Pulau Nangka Kabupaten Bangka Tengah bahwa spesies yang banyak dijumpai ialah *Padina australis*, *Ulva linneaus*, *Kappaphycus alvarezii*, dan *Acantophora spicifera*. Namun penelitian keanekaragaman makroalga di Kabupten Majene masih terbatas. Fitriah et al. (2018) di Lombo'na di Kecamatan Tubo Sendana melaporkan bahwa terdapat 9 spesies *Chlorophyceae*, 1 spesies *Phaeophyceae* dan 3 spesies *Rhodophyceae* di Kabupaten Majene.

Data keanekaragaman makroalga di Kabupaten Majene penting untuk diketahui sebab dapat menjadi *data base* keanekaragaman hayati dan informasi bagi pemerintah dalam menentukan kebijakan pengolahan. Terbatasnya penelitian makroalga di Majene secara tidak langsung menyebabkan masih rendahnya pemahaman masyarakat tentang potensi ekonomi makroalga. Hasil penelitian ini diharapkan meningkatkan pemanfaatan makroalga yang berdampak bagi pemahaman tentang jenis makroalga yang terdapat di desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene kepada masyarakat. Hasil penelitian ini dapat menjadi sumber belajar biologi bagi siswa SMA kelas X materi tentang keanekaragaman hayati pada KD (Kompetensi Dasar) 3.2 yaitu menganalisis berbagai tingkat keanekaragaman hayati di Indonesia beserta ancaman dan pelestariannya dan 4.2 yaitu menyajikan hasil observasi berbagai tingkat keanekaragaman hayati di Indonesia dan usulan upaya pelestariannya. Sumber belajar yang akan dihasilkan dari penelitian ini dalam bentuk *handout* yang bersifat kontekstual. Alasan pemilihan *handout* yaitu memberikan kemudahan siswa di dalam proses pembelajaran, penggunaan *handout* dapat menggantikan catatan siswa sehingga waktu siswa untuk mencatat materi pelajaran tidak terbuang hal ini dapat menghemat waktu pembelajaran. Hal ini juga didasarkan pada hasil wawancara dengan salah satu guru di SMAN 1 Pamboang yang menyebutkan bahwa sumber belajar siswa untuk materi makroalga terbatas buku

paket. *Handout* ini diharapkan dapat menjadi sumber belajar kontekstual bagi peserta didik untuk membantu pencapaian tujuan pembelajaran.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah penelitian ini adalah:

1. Belum diketahui jenis makroalga di desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene yang pekerjaannya mayoritas nelayan sehingga pemanfaatan makroalga oleh masyarakat masih rendah.
2. Belum ada data faktor lingkungan tempat pertumbuhan makroalga di desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupten Majene.
3. Masih terbatasnya sumber belajar siswa SMA kelas X pada materi keanekaragaman hayati yang bersifat kontekstual.

C. Batasan dan Rumusan Masalah

1. Batasan Masalah

Penelitian ini terbatas pada keanekaragaman makroalga di perairan laut di desa Tinambung dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya serta implementasinya sebagai alternatif sumber belajar.

2. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana keanekaragaman makroalga di desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene?
- b. Bagaimana hubungan faktor lingkungan terhadap keanekaragaman makroalga di desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene?
- c. Bagaimana implementasi hasil penelitian sebagai alternatif sumber balajar biologi?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian sebagai berikut:

1. Menghitung keanekaragaman makroalga di perairan laut desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene.

2. Mengetahui hubungan faktor lingkungan terhadap keanekaragaman makroalga di perairan laut desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene.
3. Membuat *handout* keanekaragaman makroalga sebagai alternatif sumber belajar biologi.

E. Manfaat Penelitian

1. Teoritis

Hasil penelitian digunakan dalam menerapkan ilmu pengetahuan dalam mata pelajaran biologi secara umum dan pada bidang ekologi secara khususnya, untuk mengembangkan ilmu tentang keanekaragaman makroalga, serta dapat memberikan informasi yang lebih lanjut kepada peneliti yang selanjutnya tentang keanekaragaman makroalga di desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene.

2. Praktis

a. Bagi Peneliti

- 1) Menambah pengalaman peneliti dalam melakukan penelitian tentang keanekaragaman makroalga di Desa Tinambung Kecamatan Pamboang Kabupaten Majene.
- 2) Menambah wawasan ilmu pengetahuan tentang berbagai jenis makroalga yang terdapat di Desa Tinambung Kecamatan Pamboang Kabupaten Majene.

b. Bagi Pendidikan

- 1) Sebagai bahan ajar yang digunakan sebagai pegangan untuk guru maupun siswa pada materi keanekaragaman materi buku biologi kelas X yang terdapat pada KD (Kompetensi Dasar) 3.2 menganalisis berbagai tingkat keanekaragaman hayati di Indonesia beserta ancaman dan pelestariannya, 4.2 menyajikan hasil observasi berbagai tingkat keanekaragaman hayati di Indonesia dan usulan upaya pelestariannya.
- 2) Menambah wawasan ilmu khususnya pada bidang ekologi perairan.

c. Bagi Masyarakat

- 1) Menambah informasi dan data kepada masyarakat tentang berbagai jenis keanekaragaman makroalga di perairan laut desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene.

2) Masyarakat dapat mengetahui kondisi perairan laut desa Tinambung, Kecamatan Pamboang, Kabupaten Majene.

d. Bagi Lingkungan

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai indikator apakah kondisi laut di sekitar sudah mengalami pencemaran ataupun tidak sehingga kita dapat menjaganya.

F. Penelitian Relevan

1. Shobir et al. (2019) melaporkan bahwa keanekaragaman jenis makroalga yang berpotensi sebagai bahan obat di perairan pantai cidatu menemukan 10 spesies. Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah meneliti ketiga divisi dari makroalga. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah meneliti kandungan yang berpotensi obat sedangkan peneliti hanya meneliti keanekaragaman saja
2. Ahsaniyah et al. (2021) melaporkan bahwa keanekaragaman jenis makroalga di perairan Pulau Nangka dimana keanekaragaman tergolong rendah yaitu 0,74. Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah meneliti tentang keanekaragaman makroalga. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah terletak pada analisis data yang dilakukan yaitu indeks kekayaan jenis sedangkan peneliti menggunakan indeks kesamaan jenis.
3. Pradana et al. (2020) melaporkan bahwa komposisi dan pola sebaran makroalga di perairan Desa Mantang baru dimana keanekaragaman tergolong kategori rendah. Persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah menggunakan sampling dan 3 transek. Perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah menggunakan line transek sedangkan peneliti menggunakan belt transek.
4. Prasetyo & Arisandi (2021) melaporkan bahwa struktur komunitas makroalga di perairan teluk prigi menemukan 10 spesies. Persamaan penelitian yang akan dilakukan adalah menggunakan data kualitas perairan seperti suhu, pH, salinitas, intensitas cahaya, kuat arus dan oksigen terlarut. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan adalah pada proses identifikasi dan pengawetan menggunakan alkohol 70% sedangkan peneliti pada proses identifikasi menggunakan air laut saja untuk disimpan dan dibawa ke laboratorium.

5. Setywan et al. (2014) melaporkan bahwa identifikasi keanekaragaman dan pola penyebaran makroalga di daerah pasang surut pantai pidakan menemukan 15 spesies. Persamaan penelitian yang akan dilakukan adalah pada pemanfaatan makroalga sebagai sumber belajar yaitu menggunakan handout. Perbedaan penelitian yang akan dilakukan adalah terletak pada ukuran plot, jarak antar plot dan jarak antar transek.

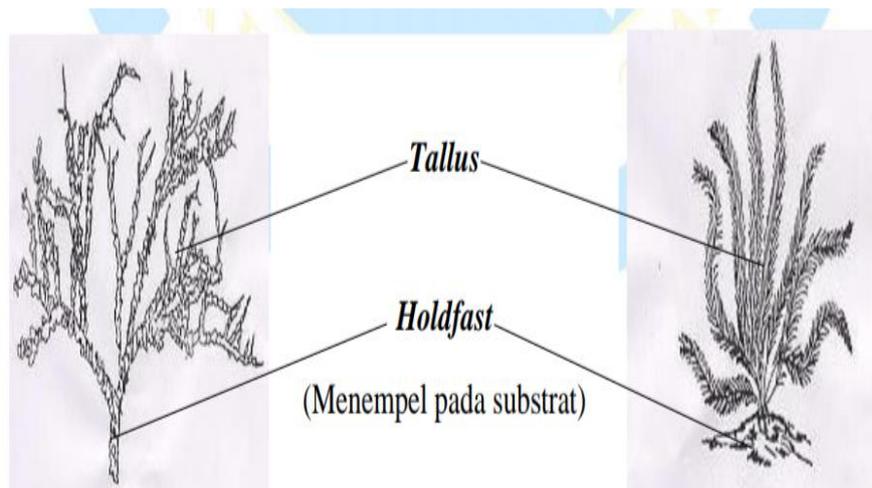
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Gambaran Umum Makroalga

1. Morfologi dan habitat makroalga

Makroalga adalah alga besar yang ukurannya berkisar dari beberapa sentimeter hingga beberapa meter. Makroalga ini mirip dengan tanaman karena memiliki struktur tubuh seperti thallus. Thallus makroalga umumnya terdiri atas *blade* berbentuk menyerupai daun, *stipe* berbentuk menyerupai batang dan *holdfast* berbentuk menyerupai akar. Perbedaan pada *holdfast* terjadi akibat adaptasi terhadap keadaan substrat dan pengaruh gelombang sehingga *holdfast* berbentuk cakram pada substrat keras dan stolon merambat pada substrat berpasir. Bentuk dari thallus ada yang bulat seperti tabung, pipih, gepeng, bulat seperti kantong, rambut dan lain sebagainya. Percabangan thalus seperti *dichotomus* (dua-dua terus menerus), *pinate* (dua-dua berlawanan sepanjang thallus utama), *picnate* (berderet searah pada satu sisi thallus utama) dan ada juga sederhana tidak bercabang (Jannah, 2020). Makroalga memiliki pigmen klorofil, yang memungkinkan mereka untuk berfotosintesis. Makroalga banyak ditemukan di lingkungan perairan, termasuk air tawar dan air laut, makroalga sebagian besar banyak ditemukan di laut. Makroalga ini membutuhkan substrat untuk dapat tumbuh. Makroalga epifit pada benda mati seperti batuan, batupasir, tanah berpasir, kayu dan cangkang moluska, serta epifit pada benda hidup tumbuhan atau jenis makroalga lain (Marianingsih et al., 2013).

Makroalga yang berada daerah tropis terutama di bagian Timur Indonesia memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi, makroalga sangat rentan terhadap perubahan lingkungan atau tekanan ekologis yang dapat mengancam kelangsungan hidupnya. Dampaknya seperti pengaruh dari substrat dan beberapa dari lingkungan itu sendiri akan mengakibatkan kerusakan dan berpotensi punahnya spesies. Sedimentasi memiliki efek langsung pada makroalga yang bergantung pada substrat sehingga lingkungan menjadi tetap stabil (Dwimayasanti & Kurnianto, 2018).



Gambar 2.1 Morfologi makroalga (Kurniawan, 2017)

2. Ekologi Makroalga

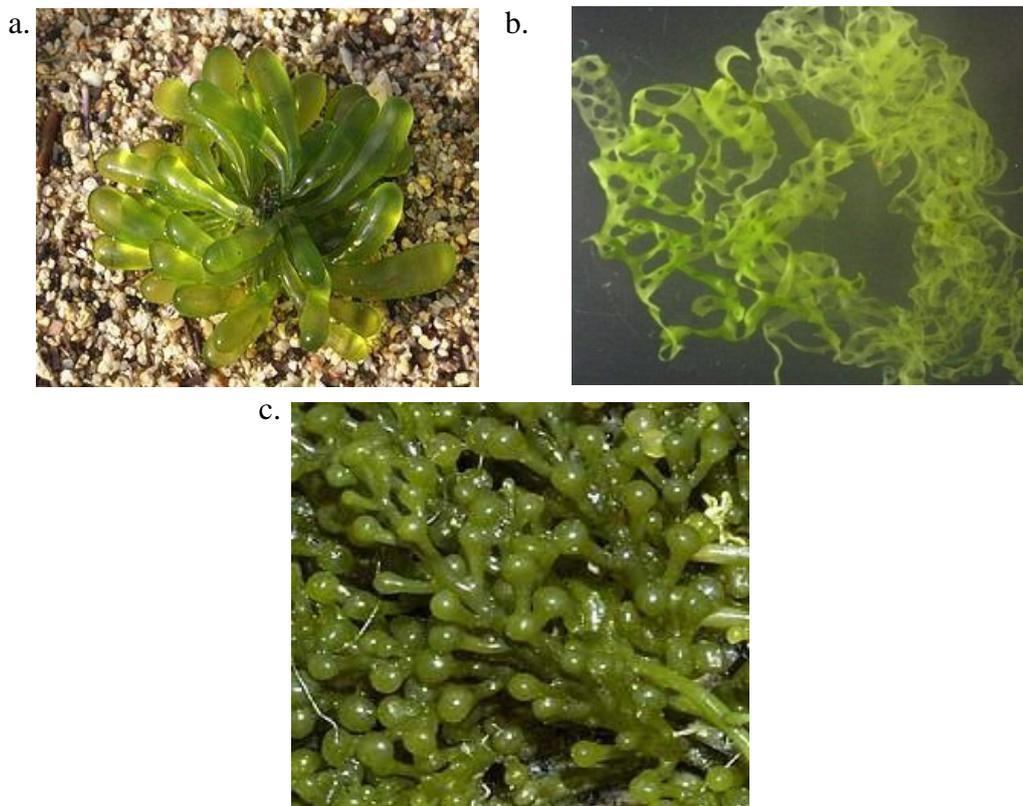
Kelimpahan alga laut di air pertama-tama ditentukan oleh substrat (berpasir, berbatu, atau berbatu), pH, nutrisi, suhu, salinitas, kekeruhan dan yang paling penting yaitu ketersediaan sinar matahari. Akibatnya, spesies alga tertentu yang menjalani tahap uji coba dalam budidaya dapat mati di tempat baru karena ketidakmampuannya dalam beradaptasi (Tuiyo, 2013). Bagian utama ganggang menyerupai batang tanaman yang lebih tinggi, peran utamanya adalah untuk menopang pedang. Jika menyerupai daun yang lebih tinggi, tanaman mampu melakukan fotosintesis dan penyerapan nutrisi (Hadi et al., 2016).

3. Klasifikasi Makroalga

Makroalga merupakan tumbuhan thallus yang hidup di air, setidak-tidaknya selalu menempati habitat yang lembab atau basah. Selnya selalu jelas mempunyai inti dan plastida, dalam plastidanya terdapat zat-zat warna derivat klorofil, yaitu klorofil a dan b atau kedua-duanya. Selain derivat-derivat klorofil terdapat pula zat-zat warna lain dan zat warna lain inilah yang justru kadang-kadang lebih menonjol dan menyebabkan ganggang tertentu diberi nama menurut warna tadi. Zat-zat warna tersebut berupa fikosianin (warna biru), pikosantin (warna pirang) dan fikoeritrin (warna merah). Disamping itu juga bisa ditemukan zat-zat warna santofil, dan karotin. Alga atau ganggang adalah kelompok thallophyta yang berklorofil. Alga memiliki 3 divisi utama yang dibedakan berdasarkan kandungan dominan pigmen pada makroalga yaitu (Subagio & Hamdan, 2019).

a. Divisi *Chlorophyta*

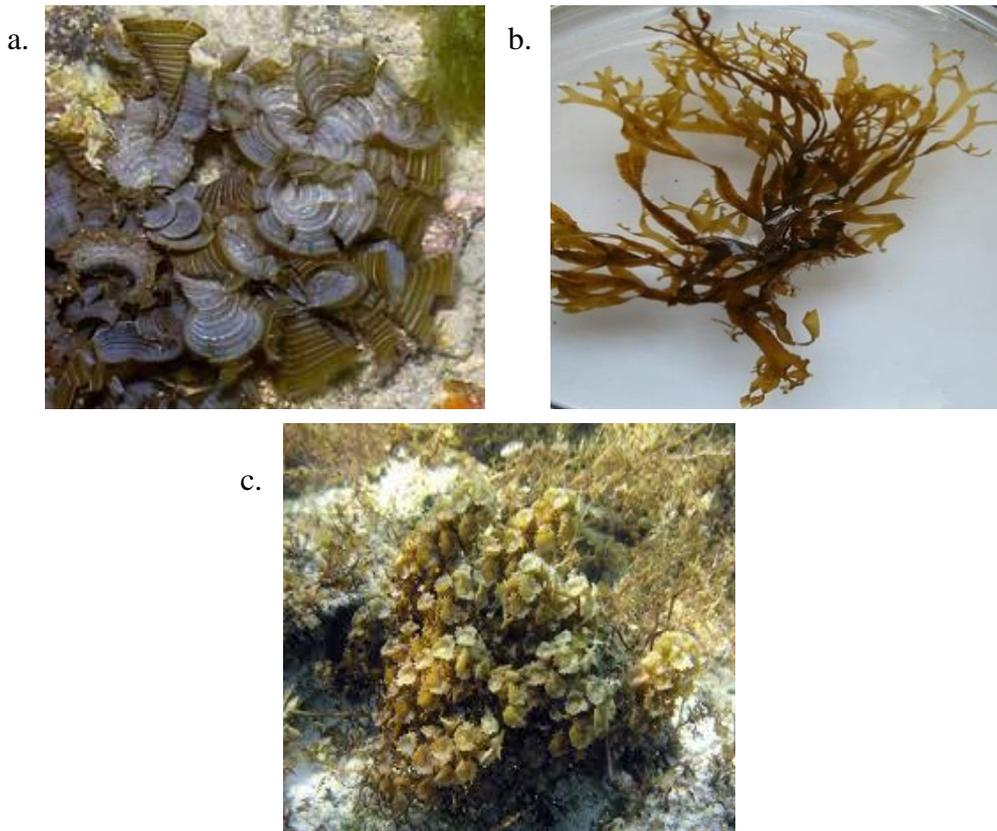
Pada umumnya alga hijau (*chlorophyta*), tumbuh secara bergerombol. Keberadaannya dapat dijumpai di paparan terumbu karang dan goba dengan kedalaman 1-200 m. *Chlorophyta* merupakan divisi terbesar dari semua divisi alga, sekitar 6500 jenis anggota divisi ini telah berhasil diidentifikasi. Divisi *chlorophyta* tersebar luas dan menempati beragam substrat seperti tanah yang lembab, batang pohon, batuan basah, danau, laut hingga batuan bersalju. Sebagian besar (90%) hidup di air tawar dan umumnya merupakan penyusun komunitas plankton. Sebagian kecil hidup sebagai makroalga di air laut. Ciri-ciri umum yaitu berwarna hijau, thallusnya berbentuk lembaran, batangan dan bulatan yang terdiri dari uniseluler dan multiseluler, serta mengandung pigment fotosintetik, klorofil a dan b, carotene, xantofil dan lutein. Alga hijau atau *Chlorophyta* memiliki kelas yaitu *Chlorophyceae* terdapat beberapa spesies diantaranya *Boergesenia forbesii*, *Ulva reticulata*, *Caulerpa lentillifera* dan lain-lain (Iswandi, 2021).



Gambar 2.2 a. *Boergesenia forbesii* b. *Ulva reticulata* c. *Caulerpa lentillifera*
(Kurniawan, 2017)

b. Divisi *Phaeophyta*

Phaeophyta adalah ganggang yang berwarna coklat atau pirang. Dalam *kromatoforanya* terkandung *klorofil a*, *karotin* dan *xanthofil* tetapi yang terutama adalah *fikosantin* yang menutupi warna lainnya dan menyebabkan ganggang itu kelihatan berwarna pirang. Sebagai hasil asimilasi dan sebagai zat makanan cadangan tidak pernah ditemukan zat tepung, tetapi sampai 50 % dari berat keringnya terdiri atas laminarin, sejenis karbohidrat yang menyerupai dekstrin dan lebih dekat dengan selulosa daripada zat tepung. Terdapat laminarin, juga ditemukan manit, minyak dan zat-zat lainnya. Dinding selnya sebelah dalam terdiri atas selulosa, yang sebelah luar dari pektin dan di bawah pektin terdapat algin. Terdapat ciri-ciri umum yaitu berwarna coklat atau pirang dan mengandung pigmen fotosintetik yaitu carotene, fucoxantin, klorofil a dan c. Alga coklat atau *Phaeophyta* memiliki kelas yaitu *phaeophyceae* terdapat beberapa spesies yaitu *Padina australis*, *Dictyota pinnatifida*, *Turbinaria conoides* dan lain-lain (Kurniawan, 2017).



Gambar 2.3 a. *Padina australis* b. *Dictyota pinnatifida* c. *Turbinaria conoides*
(Kurniawan, 2017)

c. Divisi *Rhodophyta*

Rumput laut atau alga merah mempunyai identitas biologis sebagai berikut: Dalam reproduksinya tidak mempunyai stadia gamet berbulu cambuk, reproduksinya seksual dengan karpogonia dan spermatia, pertumbuhannya bersifat uniaksial (satu sel di ujung thallus) dan multiaksial (banyak sel di ujung thallus), alat pelekat (holdfast) terdiri dari sel tunggal atau sel banyak, memiliki figmen fikobilin yang terdiri dari fikoeretrin (warna merah), bersifat adaptasi kromatik yaitu memiliki penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan dan dapat menimbulkan berbagai warna pada thallus seperti: warna merah tua, merah muda, pirang, abu-abu, kuning dan hijau dalam dinding selnya tersusun dua lapisan yaitu lapisan dalam yang keras banyak mengandung selulosa dan lapisan luar yang terdiri dari substansiter pektik yang mengandung agar dan carrageenan. Alga merah atau *Rhodophyta* memiliki kelas yaitu *Rhodopyceae* dan memiliki berbagai macam spesies diantaranya *Eucheuma cattonii* dan lain-lain (Subagio & Hamdan, 2019).

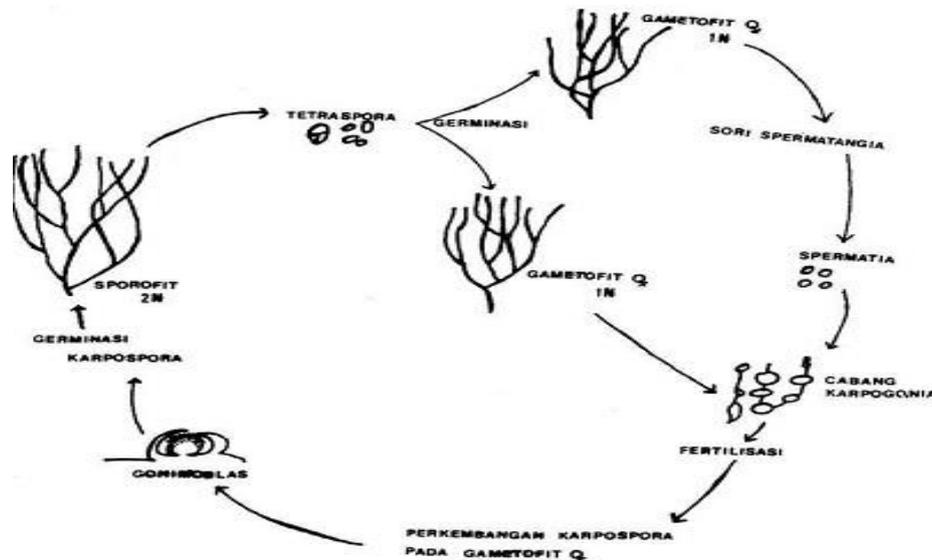


Gambar 2.4 *Eucheuma cattonii* (Subagio & Hamdan, 2019)

4. Perkembangbiakan Makroalga

Reproduksi adalah salah satu cara untuk menjamin kelangsungan hidup suatu populasi spesies yang ditemukan di alam, untuk mencegah kepunahan karena predasi, persaingan, hama dan penyakit, dan penuaan. Ada dua cara reproduksi yang berbeda yaitu reproduksi secara aseksual dan seksual (Meriam et al., 2016). Perbedaannya adalah bahwa peleburan seksual gamet terjadi di organ yang disebut gametogonium. Karena keragaman gamet, sel kelamin menjadi bervariasi

(Tjitrosoepomo, 2016). Reproduksi aseksual atau tidak kawin dengan perbanyakkan tetraspora, secara vegetatif atau konjugasi. Sporofit dewasa menghasilkan spora yang disebut tetraspora yang telah berkecambah menjadi tanaman seksual yang disebut gametofit jantan dan betina. Stek digunakan untuk pertumbuhan vegetatif (Kurniawan, 2017).



Gambar 2.5 Reproduksi atau Daur Hidup Makroalga (Kurniawan, 2017)

5. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan Makroalga

Faktor pertumbuhan makroalga sangat banyak yang dapat mempengaruhi perkembangan alga. Beberapa faktor pertumbuhan makroalga di antaranya:

a. Suhu

Terdapat 52 spesies makroalga di musim semi, 42 spesies di musim dingin, dan 38 spesies di musim panas. Musim semi memiliki biomassa makroalga terbesar sedangkan musim gugur, musim panas, dan musim dingin memiliki biomassa terendah. Temuan penyelidikan menunjukkan bahwa meskipun suhu adalah elemen lingkungan paling signifikan yang mempengaruhi dispersi makroalga di zona pertumbuhan kerang, angin, arus air, dan gangguan manusia semuanya berpengaruh pada populasi alga (Huang et al., 2017).

b. Salinitas

Salinitas memainkan fungsi penting dalam kehidupan makroalga itu juga mempengaruhi tingkat pertumbuhan. Menurut data pengukuran, ada sedikit

perubahan antara 38,5-40% di awal dan akhir. Kuantitas ini setara dengan salinitas media awal. Dengan demikian, dihipotesiskan tidak akan ada pengaruh terhadap kelangsungan hidup karena adaptasi terhadap kondisi salinitas tidak diperlukan (Rukminasari et al., 2014).

c. Kecerahan

Kecerahan air di suatu perairan sangat penting untuk kelangsungan hidup biota di tambak air laut. Air dengan kecerahan rendah dapat berdampak negatif pada nilai produksi air. Nilai kecerahan air berkisar antara 12,5 hingga 15 m. Jumlah ini tetap konsisten dengan kriteria makroalga > 5 meter (Arfah & Patty, 2016).

d. Substrat

Makroalga tumbuh subur pada substrat pasir bersih dan jarang terlihat pada karang mati dan substrat pasir. Selain komponen substrat, spesies makroalga masih kurang dimanfaatkan. Spesies makroalga diasumsikan tumbuh subur dengan menempelkan thallusnya ke berbagai substrat dan menempati berbagai habitat, termasuk daerah pecahan karang, bebatuan, pasir serta benda hidup (Dwimayasanti & Kurnianto, 2018).

e. Kecepatan arus

Makroalga tumbuh subur karena karakteristik yang mendukung pertumbuhan, kecuali bahwa tingkat saat ini lamban dan tenang. Jika air tenang, itu tidak akan mendukung perkembangan makroalga, karena akan menumpuk lumpur dan epifit terkait, menghambat pertumbuhan makroalga. 0.2-0.5m/s dan 0.10-0.50m/s merupakan laju aliran air yang bagus untuk alga (Ira, 2018).

f. Derajat keasaman PH

Tingkat keasaman Nilai pH merupakan karakteristik penting dalam menilai kualitas air itu adalah representasi dari kuantitas atau aktivitas hidrogen dalam air. Pada umumnya, nilai pH mewakili keasaman atau kebasaan air. Air laut memiliki pH 7,6-8,4. Kenaikan pH menunjukkan adanya ion karbonat yang terbentuk pada saat penguraian bahan organik di dasar perairan (Yanti, 2016).

B. Gambaran umum materi keanekaragaman hayati di Sekolah Menengah Atas (SMA)

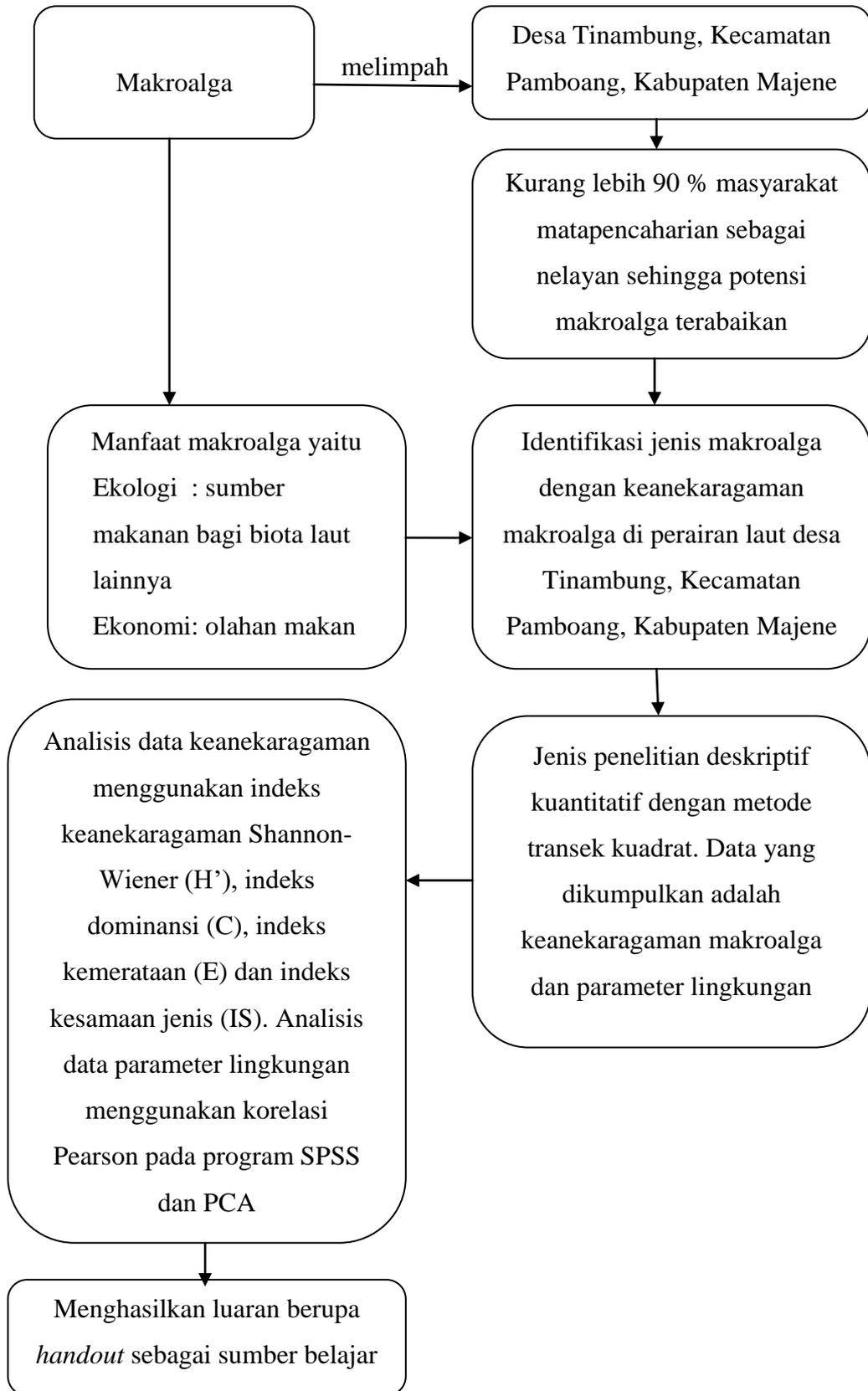
Keanekaragaman hayati ialah suatu istilah yang mencakup semua bentuk kehidupan yang mencakup gen, spesies tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme serta ekosistem dan proses-proses ekologi. Adanya arus globalisasi dan efisiensi menuntut suatu keseragaman, mengakibatkan krisis keragaman di berbagai bidang. Saat ini keragaman dianggap sebagai in-efisien dan primitif, dimana keseragaman ialah efisien dan modern. Hal yang sama ini juga terjadi pada keragaman hayati atau sering diistilahkan sebagai keanekaragaman hayati. Pada saat ini proses penyeragaman sudah terjadi pada semua aspek, sehingga terjadi penekanan pada perkembangan keragaman genetik (Sutoyo, 2010).

C. Handout sebagai sumber belajar

Sumber belajar merupakan segala sumber yang baik yang digunakan dalam mendukung proses belajar mengajar yang lebih efektif dan efisien dengan tujuan mempermudah peserta didik dalam belajar. Handout adalah sejenis sumber pengajaran yang dapat digunakan pendidik untuk melengkapi atau membantu dalam menyajikan konten pembelajaran. Bagi siswa, handout membantu pemahaman mereka tentang isi pembelajaran yang dipelajari (Pratiwi et al., 2017). Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa handout elektronik adalah versi digital dari handout yang dapat dibaca melalui perangkat atau komputer yang telah dibangun dengan bantuan perangkat lunak. Penggunaan bahan ajar handout berdampak positif terhadap kemajuan siswa (Chusna et al., 2013).

Kvisoft Flipbook Maker Pro merupakan salah satu jenis software atau program yang dapat membantu dalam proses pembuatan handout elektronik. Wibowo (2018), dalam penelitiannya menyebutkan bahwa Kvisoft Flipbook Maker Pro adalah sebuah software/aplikasi yang memungkinkan pengguna untuk membangun sebuah e-book, e-modul, e-paper, atau e-magazine. Setiap lembar dapat mencakup tidak hanya teks, tetapi juga foto, animasi, grafik, musik, tautan, dan video.

D. Kerangka Pikir



Gambar 2.6 Skema Kerangka Pikir

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Keanekaragaman makroalga di perairan laut Desa Tinambung Kecamatan Pamboang Kabupaten Majene di temukan 19 jenis makroalga yang termasuk kedalam kategori sedang dengan nilai indeks keanekaragaman 2,751, nilai indeks pemerataan 0,934, nilai indeks dominansi 0,074 dan nilai indeks kesamaan jenis tertinggi pada stasiun 1 dan 2 (97,29%).
2. Tidak ada parameter lingkungan yang signifikan mempengaruhi keanekaragaman makroalga di Desa Tinambung ($p > 0.05$). Analisis PCA menunjukkan bahwa intensitas cahaya (PC1) dan salinitas (PC2) merupakan komponen utama yang mempengaruhi keanekaragaman makroalga.
3. Pemanfaatan hasil penelitian keanekaragaman makroalga di perairan laut Desa Tinambung Kecamatan Pamboang Kabupaten Majene dalam bentuk handout yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi pada materi keanekaragaman hayati.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas adapun saran yang dikemukakan terkait dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian yang dilakukan berupa handout dalam dunia pendidikan diharapkan dapat mengembangkan handout lebih baik lagi untuk diaplikasikan sebagai sumber belajar biologi.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai makroalga perairan laut di Kabupaten Majene untuk menambah data keanekaragaman makroalga perairan laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahsaniyah, S., Lingga, R., Henri, Sari, N. P., Suryani, P. A., & Assyifa, I. (2021). Keanekaragaman Jenis Makroalga di Perairan Pulau Nangka Kabupaten Bangka Tengah. *Ekotonia* , 06 (1) 17-22.
- Alfianingsi, A.A. (2011). Kualitas Keragaman Rumput Laut Jenis *Eucheuma spinosum* di Perairan Desa Punaga Kabupaten Takalar. Skripsi. Universitas Hasanuddin Makassar.
- AlgaeBase, (2016). AlgaeBase: Listing The World's Algae. diakses dari www.algaebase.org.
- Alvina, S., Imanda, R., Mellayzar, & Fitri, Z. (2022). Pengembangan Handout Berbasis Konstektual Pada Materi Laju Reaksi Untuk SMA/MA. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(15), 603-611.
- Apriska, H., Wardana, R. W., Sutarno, Nursaadah, E., & Nirwana. (2022). Analisis Kebutuhan Pengembangan Handout Materi Ajar Sistem Organisasi Kehidupan Berbasis Pembelajaran Koko (Kontekstual dan Kooperatif). *Jurnal Ilmiah Sains*, 3(1), 57-61.
- Arfah, H., & Patty, S. I. (2016). Kualitas Air Dan Komunitas Makroalga Di Perairan Pantai Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Ilmiah Platax* , 4 (2). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax/article/view/14132>.
- Bertan,C. V., Dundu, A. K. T., & Mandagi, R. J. M. (2016). Pengaruh Pendayagunaan Sumber Daya Manusia (Tenaga Kerja) Terhadap Hasil Pekerjaan (Studi Kasus Perumahan Taman Mapanget Raya (Tamara). *Jurnal Sipil Statik*, 4(1), 13-20.
- BPS. (2016). Letak Geografis dan Batas Wilayah Administrasi. Majene
- Budiwan, A., Fahrizal, Prayogo, H. (2018). Analisis Vegetasi Pada Pengelolaan Hutan Tradisional Masyarakat Suku Dayak Tamambaloh Dan Iban Di Wilayah Redd+ KPHP Model Kapuas Hulu. *Jurnal Hutan Lestari*, 6 (1) 246-256. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmfkh/article/view/25403/75676576559>.

- Dwimayasanti, R., & Kurnianto, D. (2018). Komunitas Makroalga di Perairan Tayando-Tam, Maluku Tenggara. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia* , 3 (1) 39-48. <https://oldi.lipi.go.id/index.php/oldi/article/view/82>.
- Chusna, C., Ariani, S. dan Sugiharto. (2013). Studi komparasi Penggunaan Media Macromedia Flash Dengan Handout Inovatif Dalam Pembelajaran Kooperatif Stad (Student Teams Achievement Devisions) Terhadap Prestasi Belajar Materi Pokok Koloid. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 2(1) 102-111. <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/kimia/article/view/1531/0>.
- Fitriah, R., Ramadhana, N. H., Irmawati, Yunus, B., Nur, M., & Atjo, A. A. (2018). Komposisi Jenis Makroalga Di Perairan Lombo'na, Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat. *Jurnal SAINTEK Peternakan dan Perikanan* , 2 (1) .
- Fitriasih, S., Ansori, I., & Kasrina. (2019). Pengembangan Booklet Keanekaragaman Pteridophyta di Kawasan Suban Air Panas untuk Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 3(1), 100-108.
- Ghazali, M., & Nurhayati. (2018). Peluang Dan Tantangan Pengembangan Makroalga Non Budidaya Sebagai Bahan Pangan Di Pulau Lombok. *Jurnal AGROTEK* , 5 (2).
- Hadi, F., Zakaria, I. J. & Syam, Z. (2016). Diversity of Macroalgae in Kasiak Gadang Island Nirwana Beach, Padang - West Sumatra, Indonesia. *THE JOURNAL OF TROPICAL LIFE SCIENCE* , 6 (2) 97-100. <https://jtrolis.ub.ac.id/index.php/jtrolis/article/view/475>
- Huang, Y., Sun, B. & He, P. M. (2017). Macro-algae flora and succession characteristics in the mussel culture zones in Gouqi island, Zhejiang Province. *PeerJ Preprints* . <https://pdfs.semanticscholar.org/c6fd/cf682e00ea52a88946e6f2b31b1cec9c72aa.pdf>
- Ira. (2018). Struktur Komunitas Makro Alga di Perairan Desa Mata Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis* , 18 (1).
- Ira, Rahmadina, & Irawati, N. (2018). Komposisi Jenis Makroalga di Perairan Pulau Hari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2), 141-158.

- Iswandi. (2021). Kelimpahan Dan Keragaman Jenis Makroalga Di Perairan Pantai Dusun Hanie Desa Suli Kabupaten Maluku Tengah. *Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan Institut Agama Islam Negeri (Iain) Ambon*.
- Jannah, R. (2020). Keanekaragaman Makroalga Di Perairan Lhoknga Sebagai Referensi Tambahan Sub Materi Ganggang Di SMA N 1 Lhoknga. *Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam-Banda Aceh*.
- Kepel, R.C., Mantiri, D.M.H., & Nasprianto. (2018). Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Tongkaina, Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Platax*, 6(1), 160-173.
- Kurniawan, R. (2017). Keanekaragaman Jenis Makroalga Di Perairan Laut Desa Teluk Bakau Kabupaten Bintan Kepulauan Riau. *Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan Universitas Maritim Raja Ali Haji Tanjungpinang*.
- Leksono, S. (2007). Ekologi Pendekatan Deskriptif dan Kuantitatif. Bayu Media. Malang.
- Lestari, R. D. A., Apriansyah, & Safitri, I. (2020). Struktur Komunitas Mikroalga Epifit Berasosiasi pada *Padina* sp. di Perairan Desa Sepempang Kabupaten Natuna. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 3(2), 40-47.
- Litaay, C. (2014). Sebaran Dan Keragaman Komunitas Makro Algae. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6 (1) 131-142. http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej_itkt61.
- Listiyani, D. (2022). Penyusunan E-Katalog Keanekaragaman Pteridophyta di Lingkungan SMA Negeri 2 Temanggung Sebagai Media Pembelajaran Biologi. *Jurnal Edukasi Biologi*, 8(1), 34-45.
- Mardhatillah. (2018). Identifikasi dan Pola Sebaran Makroalga di Perairan Pantai Punaga Kabupaten Takalar. Undergraduate (S1) thesis, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Marianingsih, p., Amelia, e., & Suroto, T. (2013). Inventarisasi dan Identifikasi makroalga di Perairan Pulau. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*.

- Martuti, N. K. T., Anjarwati, R. (2022). Keanekaragaman Serangga Parasitoid (Hymenoptera) di Perkebunan Jambu Biji Desa Kalipais Sukorejo Kendal. *Indonesia Journal of Mathematic and Natural Sciences*, 45 (1).
<http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JM>.
- Masyahoro, & Mappiratu. (2010). Respon Pertumbuhan pada Berbagai Kedalaman Bibit dan Umur Panen Rumput Laut *Eucheuma cottoni* di Perairan Teluk Palu. *Media Litbang Sulteng*, 3(2), 104-111.
- Maulida, G.N., Puspitasari, A., & Ariandi. (2023). Identifikasi Jenis Makroalga yang Berpotensi Sebagai Antibakteri di Perairan Pantai Dato Kabupaten Majene. *Bioma*, 5(1), 56-66
- Meriam, W. P., Kepel, R. C., & Lumingas, L. J. (2016). Inventarisasi Makroalga Di Perairan Pesisir Pulau Mantehage Kecamatan Wori, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax* , 4 (2).
<http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/platax>
- Mertosono, I. A., Siahaan, R., & Maabuat, P. V. (2019). Struktur Makroalga Pada Ekosistem Lamun Di Kecamatan Tabukan Selatan, Kabupaten Kepulauan Sangihe, Sulawesi Utara. *unsrat*.
- Mudjiyanto, B. (2018). Tipe Penelitian Eksploratif Komunikasi. *Jurnal Studi Komunikasi Dan Media* , 22 (1) 65-74.
<https://jurnal.kominfo.go.id/index.php/jskm/article/view/220105>.
- Nerita, S. (2016). Pengembangan Handout Bergambar Disertai Peta Konsep pada Materi Ekosistem Untuk Siswa SMA/MTS. *Bioconcetta*, 2(2).
- Ningtyas, R., & Yunianta, T.N.H. (2014). Pengembangan Handout Pembelajaran Tematik Untuk Siswa Sekolah Dasar Kelas III. *Scholaria*, 4(3), 42-53.
- Pradana, F., Apriadi, T., & Suryanti, A. (2020). Komposisi dan Pola Sebaran Makroalga di Perairan Desa Mantang Baru, Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau. *Biospecies*, 13(2), 22-31.
- Prasetyo, H., & Arisandi, A. (2021). Struktur Komunitas Makroalga di Perairan Teluk Prigi Kabupaten Trenggalek. *Juvenil*, 2(1), 1-9.
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajaran Inovatif*, Yogyakarta: DIVA Press.

- Pratiwi, P.H., Nur, H., & Martiana, A. (2017). Pengembangan Modul Mata Kuliah Penilaian Pembelajaran Sosiologi Berorientasi Hots. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 36(2), 201-209.
- Rukminasari, N., Nadiarti, & Awaluddin, K. (2014). Pengaruh Derajat Keasaman (Ph) Air Laut Terhadap Konsentrasikalsium Dan Laju Pertumbuhan Halimeda sp. *Torani (Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan)* , 24 (1) 28-34. <https://journal.unhas.ac.id/index.php/torani/article/view/119/99>.
- Sartika, D., Chasani, A. R., Meidya, A. N., Lutfiatun, S. N., & Wulan, S. C. (2021). Keanekaragaman dan Komposisi Spesies Makroalga Laut pada Tipologi Pantai yang Berbeda di Kawasan Pesisir Gunungkidul D.I. Yogyakarta. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, 20(1).
- Serdianti, N., & Widiastuti, I.M. (2010). Pertumbuhan dan Produksi Rumput Laut *Euclima cottonii* pada Kedalaman Penanaman yang Berbeda. *Media Litbang Sulteng III*, 3(1), 21-26.
- Setyawan, I.B., Prihanta, W., & Purwanti, E. (2014). Identifikasi Keanekaragaman dan Pola Penyebaran Makroalga di Daerah Pasang Surut Pantai Pidakan Kabupaten Pacitan Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(1), 78-88.
- Shobir, H., Triastinurmiatiningsih, & Ismanto. (2019). Keanekaragaman Jenis Makroalga Yang Berpotensi Sebagai Bahan Obat Di Perairan Pantai Cidatu Kabupaten Pandeglang. *Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup* , 19 (2) 89-98.
- Srimariana, E. S., Kawaroe, M., Lestari, D. F., & Nugraha, A. H. (2020). Keanekaragaman dan Potensi Pemanfaatan Makroalga di Pesisir Pulau Tunda. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)* , 25 (1) 138-144.
- Subagio, & Hamdan, M. S. (2019). Identifikasi Rumput Laut (*Seaweed*) di Perairan Pantai Cemara, Jerowaru Lombok Timur Sebagai Bahan Informasi Keanekaragaman Hayati Bagi Masyarakat. *Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan (JISIP)*. 3 (1).
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian*. Alfabeta.
- Sutoyo. (2010). Keanekaragaman Hayati Indonesia. *Buana Sains*, 10 (2) 101-106

- Tarigan, N., Ndahawali, S., Meiyasa, F., Tega, Y. R., & Henggu, K. U. (2020). Eksplorasi Keanekaragaman Makroalga di Perairan Londalima. *BIOSFER, J.Bio. & Pend.Bio* , 5 (1).
- Tega, Y. R., Meiyasa, F., Henggu, K. U., Tarigan, N., & Ndahawali, S. (2020). Identifikasi Makroalga di Perairan Moudolung Kabupaten Sumba Timur. *Jurnal Pendidikan dan Biologi*. 12 (2) 202-210.
<https://journal.uniku.ac.id/index.php/quagga>
- Tjitrosoepomo., G. (2016). Taksonomi Tumbuhan. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Tuiyo, R. (2013). Identifikasi Alga Coklat (*Sargassum* sp.) di Provinsi Gorontalo. *Nikè: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* , 1 (3) 193-95.
<https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/nike/article/view/1240>
- Wibowo, E. 2018. Pengembangan Bahan Ajar E-Modul Dengan Menggunakan Aplikasi Kvisoft Flipbook Maker (*Doctoral Dissertation*, Uin Raden Intan Lampung).
<http://repository.radenintan.ac.id/3420/1/SKRIPSI%20FIX%20EDI.pdf>
- Yanti, N. D. (2016). Penilaian kondisi keasaman perairan pesisir dan laut Kabupaten Pangkajene Kepulauan pada musim peralihan I. *Program Studi Ilmu Kelautan Departemen Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar*.
<https://anzdoc.com/download/penilaian-kondisi-keasaman-perairan-pesisir-dan-laut-kabupat.html>