

BAB II

LANDASAN TEORI DAN KERANGKA BERPIKIR

A. Deskripsi Teori

1. Studi Keanekaragaman Makroalga

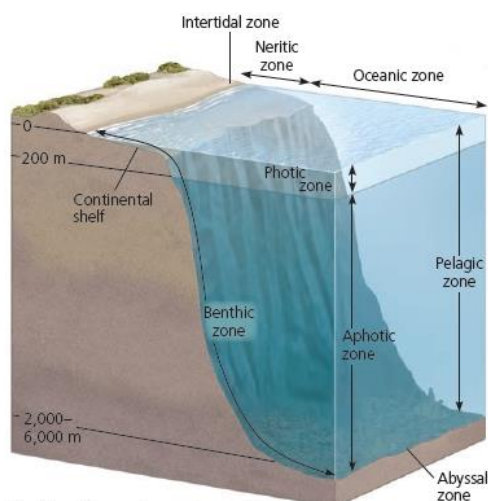
Alga adalah Protista mirip tumbuhan, mayoritas merupakan produsen primer akuatik yang tidak memiliki jaringan tumbuhan khusus, berkisar dalam ukuran dan kompleksitas dari sel tunggal (uniseluler) hingga bersel banyak (multiseluler).¹³ Sedangkan makroalga atau yang dikenal juga sebagai rumput laut (*seaweeds*) merupakan alga yang berukuran besar dari beberapa *centimeter* (cm) sampai bermeter-meter, merupakan tumbuhan bertalus (*Thallophyta*) dimana organ-organ berupa akar, batang dan daunnya belum terdiferensiasi dengan jelas (belum sejati).¹⁴ Seperti tumbuhan darat lainnya, makroalga juga mengandung pigmen fotosintesis, dengan bantuan cahaya matahari dan nutrisi yang ada di dalam air laut, makroalga mampu berfotosintesis dan menghasilkan makanannya sendiri.

Makroalga termasuk dalam tumbuhan tingkat rendah yang biasanya tumbuh melekat pada substrat tertentu seperti pada karang, serpihan karang, karang mati, pasir, batu, mangrove, lamun dan tidak jarang ditemukan pula makroalga yang menempel pada makroalga lainnya atau tumbuhan lain secara

¹³ Castro Huber, *Marine Biology, Fourth Edition*, (New York: The McGraw Hill Companies, 2003), hal. 96.

¹⁴ *Ibid.*,

epifitik.¹⁵ Habitat utama makroalga adalah di wilayah pantai antara pasang naik ke pasang rendah dan di daerah pasang surut hingga kedalaman dimana 0,01% cahaya fotosintesis tersedia¹⁶ (Gambar 2.1). Pigmen tumbuhan, cahaya, paparan, kedalaman, suhu, pasang surut dan karakteristik pantai dapat menciptakan lingkungan yang berbeda yang menentukan distribusi dan variasi di antara makroalga. Selain itu, aktivitas manusia juga berpengaruh terhadap keanekaragaman makroalga tersebut.¹⁷



**Gambar 2.1. Zona intertidal dan subtidal pada pantai
(Sumber: Lisa Urry, dkk., 2016)**

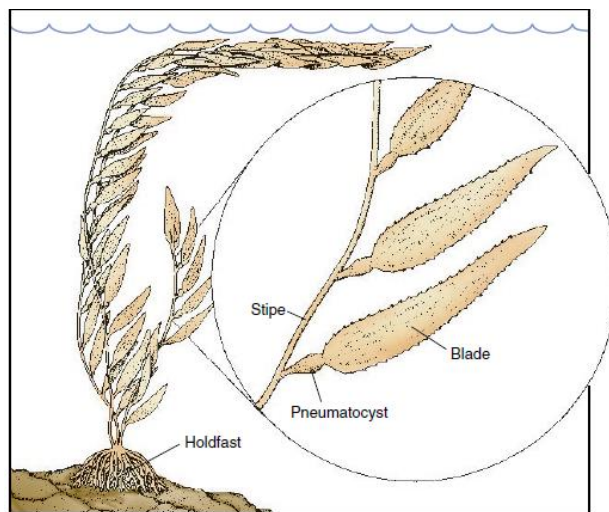
Makroalga sekilas memiliki bentuk yang hampir mirip dengan tumbuhan tingkat tinggi, namun struktur dan fungsinya memiliki perbedaan yang sangat signifikan. Makroalga umumnya disebut “talus”, karena tidak memiliki akar, batang atau daun sejati sebagaimana yang ditemukan pada tumbuhan tingkat

¹⁵ Mursal Ghazali, dkk., “Jenis-jenis Makroalga Epifit pada Budidaya (*Kappaphycuz alvarezii*) di Perairan Teluk Gerupuk Lombok Tengah”, *Jurnal Biologi Tropis* Vol. 18, No. 2, 2018, hal. 208.

¹⁶ V.K. Dhargalkar, D. Kaflekar, *Seaweeds-a Field Manual*, (India: National Institute of Oceanography, 2004), hal. 1.

¹⁷ Singgih Irawan, Oktiyas Muzaky Luthfi, “Identifikasi Jenis Makroalga Pada Mikro Atoll Karang *Porites* di Pantai Kondang Merak, Kabupaten Malang”, *Jurnal Ilmiah Rinjani*, Vol. 5, No.1, 2017, hal. 41.

tinggi. Talus makroalga umumnya terdiri atas bagian yang menyerupai daun atau disebut dengan “*blade*”, bagian yang menyerupai batang atau “*stipe*” dan “*holdfast*” merupakan bagian yang menyerupai akar. Pada beberapa jenis makroalga *stipe* tidak dijumpai dan *blade* langsung melekat pada *holdfast*¹⁸ (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Bagian-bagian talus (Sumber: Castro Huber, 2003)

Blade bukanlah daun sejati, karena tidak memiliki jaringan pembuluh, permukaan atas dan bawahnya pun identik, hal inilah yang membedakan dengan tumbuhan tingkat tinggi. *Blade* merupakan daerah fotosintesis utama dan penyerapan nutrisi pada makroalga, namun seluruh bagian talus juga dapat berfotosintesis selama terdapat klorofil. *Blade* terkadang dijaga agar tetap dekat dengan permukaan laut dengan menggunakan kantong berisi gas yang dikenal sebagai pneumatokista (*pneumatocysts*) (Gambar 2.2), sehingga dapat memaksimalkan paparannya terhadap sinar matahari. *Stipe* yang bentuknya menyerupai batang, berperan dalam mendukung *blade* untuk fotosintesis dan

¹⁸ Castro Huber, *Marine Biology*....., hal. 106.

untuk penyerapan nutrisi dari air laut sekitarnya. Sedangkan *holdfast* berfungsi untuk tempat melekatnya makroalga pada substrat, bukan sebagai tempat penyerapan air dan nutrisi seperti akar sejati. Hal lain yang membedakan makroalga dengan tumbuhan tingkat tinggi adalah pada makroalga tidak terdapat jaringan khusus yang berperan dalam transportasi air dan nutrisi. Air dan nutrisi diserap secara langsung tanpa bantuan akar sejati.¹⁹

Holdfast pada makroalga memiliki berbagai macam tipe yaitu,²⁰

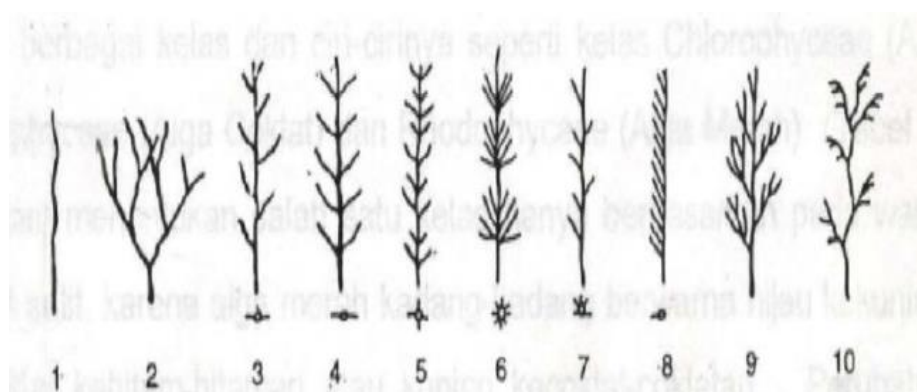
- a. *Thallus* benar-benar diluruskan atau menyebar menempel pada substrat (*encrusting*).
- b. *Rhizoids/rhizoidal* pada pangkal *thallus*.
- c. *Heterotrichy* (lembaran/lampiran).
- d. *Discoid*, pada jaringan (*parenchymatous* atau *pseudopharenchymatous*) membentuk dasar makroalga yang lebih besar.
- e. *Haptera* (cabang/batang membentuk seperti jari-jari).

Sifat substansi talus pada makroalga bermacam-macam antara lain: ada yang lunak seperti gelatin (*gellatinous*), mengandung zat kapur (*calcareous*), lunak seperti tulang rawan (*cartilaginous*), dan berserabut (*spongiuous*). Bentuknya pun juga bermacam-macam, antara lain bulat seperti tabung, gepeng, pipih, bulat seperti kantong dan rambut dan sebagainya. Percabangan talus ada yang *dichotomous* (bercabang dua terus menerus), *pectinate* (berderet searah pada satu sisi talus utama), *pinnate* (bercabang dua-dua pada sepanjang talus utama secara berselang-seling), *ferticillate* (cabangnya berpusat melingkari aksis atau sumbu

¹⁹ *Ibid.*,

²⁰ P. Sze, *Algae Second edition*, (Dubuque, Melbourne, Australia, Oxford, England: Wm.c.Brown Publishers, 1986), hal. 256.

utama) dan terdapat pula talus yang sederhana dan tidak bercabang.²¹ Sifat semua talus tersebut dapat memudahkan dalam pengenalan jenis spesies makroalga khususnya saat identifikasi dan klasifikasi.



Gambar 2.3 Tipe percabangan makroalga, (1) Tidak bercabang, (2) Dichotomous, (3) *Pinnate alternate*, (4) *Pinnate distichous*, (5) *Tetrastichous*, (6) *Ferticillate*, (7) *Polystichous*, (8) *Pectinate*, (9) *Monopodial*, (10) *Sympodial* (Sumber: L.M Aslan, 1998)

Kriteria penting yang digunakan untuk membedakan berbagai kelompok makroalga berdasarkan studi biokimia, fisiologis, dan mikroskopis elektron baru-baru ini adalah pigmen fotosintesis, penyimpanan produk makanan, komponen dinding sel, struktur sel yang halus dan flagel,²² dengan demikian, Dawes pada tahun 1981 mengklasifikasikan makroalga dalam tiga kelompok utama yaitu Chlorophyta (alga hijau), Rhodophyta (alga merah), dan Phaeophyta (alga coklat).²³

²¹ L.M. Aslan, *Budidaya Rumput Laut*, (Jakarta: Kansius, 1998), hal. 13.

²² V.K. Dhargalkar, D. Kaflekar, *Seaweeds*....., hal.1.

²³ Pipit Marianingsih, dkk., *Inventarisasi dan*....., hal. 219.

a. Chlorophyta (Alga hijau)



**Gambar 2.4 Contoh spesies Chlorophyta, *Ulva lactuca*
(Sumber: Dokumen pribadi)**

Chlorophyta berasal dari Bahasa Yunani yang terdiri dari kata *chloros* yang berarti hijau, dan *phyta* yang berarti tumbuhan.²⁴ Alga ini merupakan kelompok terbesar dari vegetasi alga. Alga hijau (Chlorophyceae) termasuk dalam divisi Chlorophyta. Perbedaan dengan divisi lainnya karena memiliki warna hijau yang jelas seperti pada tumbuhan tingkat tinggi karena mengandung pigmen klorofil a dan b, karoten, xanthofil, violasantin dan lutein. Pada kloroplas terdapat pirenoid, hasil asimilasi berupa tepung dan lemak. Hasil asimilasi beberapa amilum, penyusunnya sama seperti pada tumbuhan tingkat tinggi yaitu amilase dan amilopektin. Beberapa xanthofil jumlahnya melimpah ketika organisme tersebut masih muda dan sehat, xanthofil lainnya akan tampak dengan bertambahnya umur. Pigmen selalu berada dalam plastid ini disebut kloroplas.

Chlorophyta merupakan alga yang menyerupai divisi Euglenophyta karena sama-sama mempunyai pigmen fotosintetik yaitu klorofil a dan klorofil b, akan tetapi untuk membedakan kedua divisi ini terletak pada penyusun dinding selnya.

²⁴ Neil A. Campbell, dkk., *Biologi terj. Edisi Kedelapan.*, (Jakarta: Erlangga, 2008)., hal. 155

Dinding sel Chlorophyta tersusun atas selulosa yang kaku.²⁵ Terdapat 6500 spesies alga hijau atau Chlorophyta yang telah diidentifikasi.²⁶ Ada sebagian Chlorophyta yang uniseluler, serta hidupnya secara berkoloni. Bentuknya pun bermacam-macam, ada yang berbentuk seperti lembaran, silinder, berfilamen seperti benang yang tebal atau menyerupai rambut.²⁷ Ada sebagian juga yang mempunyai flagella seperti *Chlamydomonas* dan ada yang tidak mempunyai flagella seperti *Ulva*. Seperti contohnya, *Ostreococcus tauri*, fitoplankton laut uniseluler yang merupakan eukariot terkecil dari kelompok alga hijau.

Chlorophyta hidup di air, terutama air tawar. Sekitar 10% alga hijau atau Chlorophyta hidup di laut, sedangkan 90% hidup di air tawar. Tempat penyebaran Chlorophyta yang paling banyak yaitu berada di perairan, terutama air tawar walaupun ada sebagian yang hidup di air laut dan daratan. Ada Chlorophyta uniseluler yang hidup sebagai plankton atau mendiami tanah yang lembab bahkan pada tanah yang kering.²⁸ Ada juga yang hidup menempel pada substrat lain.²⁹

²⁵ John W. Kimball., *Biologi terj. Edisi Kelima.*, (Jakarta: Erlangga, 1999)., hal. 868

²⁶ *Ibid.*,

²⁷ Isdradjat S., dkk., *Rumput Laut Indonesia Jenis dan Upaya Pemanfaatannya*, (Kendari: Unhalu Press, 2009), hal. 4.

²⁸ Gembong Tjitrosupomo, *Taksonomi Tumbuhan*, (Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2005), hal. 55.

²⁹ Neil A. Campbell, dkk., *Biologi terj.....*, hal. 155.

b. Rhodophyta (Alga merah)



Gambar 2.5 Contoh spesies Rhodophyta, *Gracilaria confervoides*
(Sumber: Dokumen pribadi)

Rhodophyta atau alga merah merupakan kelompok alga yang memiliki dominansi warna merah yang disebabkan oleh pigmen fikobilin berupa allofikosianin, fikoeritrin, dan fikosianin yang menutupi karakter warna dari klorofil. Lebih dari 4.100 jenis dari alga merah telah di deskripsikan, 200 jenis diantaranya ditemukan di air tawar dan kebanyakan ditemukan di laut.³⁰ Struktur morfologis mulai dari bentuk filamen, bercabang, berbentuk bulu, dan lembaran. Alga merah tidak memiliki sel berflagela, menyimpan cadangan makanan berupa pati. Ukuran alga merah dapat mencapai ukuran paling besar jika berada pada daerah dengan suhu dingin, sedangkan pada daerah tropis ukurannya cenderung kecil. Alga merah dapat hidup pada kedalaman hingga 200 meter karena pigmen aksesoris yang dimilikinya. Dinding sel bagian dalam disusun oleh selulosa dan dinding sel luar disusun oleh mukopolisakarida, seperti agar, carrageenan, porphyron, dsb. Komponen ini dimanfaatkan untuk berbagai keperluan di bidang industri, obat-obatan, dan makanan. Selain dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia, Rhodophyta juga memiliki manfaat bagi lingkungan. Manfaat

³⁰ Diandra Oryza, dkk., “Identifikasi Rhodophyta sebagai Bahan Ajar di Perguruan Tinggi”, Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian dan Pengembangan, Vol.2, No.3, Maret 2017, 309.

bagi lingkungan adalah menjadi penyuplai bahan organik utama di perairan dan menjaga kekokohan karang.

c. Phaeophyta (Alga coklat)



**Gambar 2.6 Contoh spesies Phaeophyta, *Padina sp*
(Sumber: Castro Huber, 2003)**

Phaeophyta adalah ganggang yang berwarna coklat, pirang. Kromatoforanya mengandung klorofil a, karotin dan xanthofil, terutama fikosantin yang menutupi warna lainnya dan yang menyebabkan ganggang itu kelihatan warna pirang. Sebagai hasil asimilasi dan sebagai zat makanan cadangan tidak pernah ditemukan zat tepung, tetapi 50% dari berat keringnya terdiri dari laminarin, sejenis karbohidrat yang menyerupai dekstrin dan lebih dekat dengan selulosa daripada dengan tepung. Selain laminarin juga ditemukan manit, minyak dan zat-zat lain. Dinding selnya yang sebelah dalam terdiri atas selulosa, yang sebelah luar dari pectin terdapat algin, suatu yang menyerupai gelatin, yaitu garam Ca dari asam alginat yang pada *Laminaria* sampai 20-60% berat keringnya.

Secara umum Phaeophyta memiliki tingkat lebih tinggi secara morfologi dan anatomi diferensiasinya dibandingkan keseluruhan alga. Tidak ada bentuk berupa sel tunggal atau koloni filamen yang tidak bercabang. Susunan tubuh yang

paling sederhana adalah filamen heterotrikus. Struktur talus yang paling kompleks dapat dijumpai pada alga pirang yang tergolong kelompok (*Nereocystis*, *Macrocystis*, *Sargassum*). Pada alga ini terdapat diferensiasi eksternal yang dapat dibandingkan dengan tumbuhan berpembuluh. Talus dari alga ini mempunyai alat perekat menyerupai akar dan dari alat perekat ini tumbuh bagian yang tegak dengan bentuk sederhana atau bercabang seperti batang pohon dengan cabang yang menyerupai daun dengan gelembung udara.

Talus dari kelas Phaeophyta tidak ada yang uniseluler, paling sederhana berbentuk filamen yang bercabang. Panjang talus beberapa milimeter sampai kurang lebih 50 meter. Sebagian besar hidupnya melekat pada substrat dengan perantaraan alat perekat. Phaeophyta hidup subur di laut yang berada di iklim dingin dan mereka hidup di perairan dangkal. Warna alga coklat ini mencerminkan melimpahnya xanthofil, yaitu fikosantin di dalam plastid. Cadangan makanan berupa laminarin, mannitol atau berbentuk tetes-tetes lemak.

2. Faktor Abiotik

Faktor abiotik sangat mempengaruhi kehidupan makroalga. Hal ini sama halnya dengan keadaan lingkungan yang sedang ditinggalinya. Adapun beberapa faktor abiotik tersebut adalah sebagai berikut.

a. pH

pH atau derajat keasaman merupakan nilai intensitas keasaman atau kebasaan dari suatu zat yang merupakan suatu ekspresi dari konsentrasi ion hidrogennya (H^+). pH merupakan salah satu indikator kualitas air yang sangat penting dan berpengaruh langsung terhadap pengaturan sistem enzim pada

organisme perairan.³¹ Kisaran pH yang optimal untuk air laut adalah 7,5 – 8,5.³² Peningkatan maupun penurunan nilai pH dapat mempengaruhi kehidupan makroalga yaitu terhadap kelarutan dan ketersediaan ion mineral, sehingga dapat menyebabkan terganggunya penyerapan ion mineral oleh sel. pH juga mempengaruhi kinerja enzim yang dapat memperlambat laju fotosintesis dan pertumbuhan makroalga. Selain itu, nilai pH yang berubah-ubah mengakibatkan redistribusi berbagai jenis karbon inorganik, dalam hal ini CO₂ yang mungkin memiliki efek yang kurang baik terhadap proses pertumbuhan makroalga. Adapun kisaran pH yang optimum untuk pertumbuhan makroalga adalah 7 – 9.³³

b. Suhu

Suhu adalah suatu besaran fisika yang menyatakan banyaknya panas yang terkandung dalam suatu benda.³⁴ Suhu air atau temperatur adalah salah satu sifat fisik paling penting dari lingkungan laut karena memberikan pengaruh pada banyak peristiwa fisik, kimia, geokimia, dan biologis. Suhu mengontrol laju reaksi kimia dan proses biologis (seperti metabolisme dan pertumbuhan).³⁵ Suhu yang tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein serta rusaknya enzim dan membran sel. Sebaliknya, suhu yang rendah dapat menyebabkan rusaknya lemak dan

³¹ Hendrik V.A., dkk., “Analisis Struktur Komunitas Makroalga Ekonomis Penting di Perairan Intertidal Manokwari, Papua Barat”, *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan* Vol. 8, No. 1, Mei 2017, hal. 33.

³² *Ibid.*,

³³ Dwi R.M.I., Joni H., “Pengaruh Konsentrasi Bahan Organik, Salinitas dan pH terhadap Laju Pertumbuhan Alga”, Seminar Nasional Pascasarjana XIII – ITS, 2013, hal. 5.

³⁴ Horas P. Hutagalung, “Pengaruh Suhu Air Terhadap Kehidupan Organisme Laut”, *Oseana*, Vol. XIII, No. 4, 1988, hal. 154.

³⁵ Carol M. Lalli & Thomas R. Parsons, *Biological Oceanography an Introduction Second Edition*, (University of British Columbia: Elviesier Butterworth-Heinemann, 1997), hal. 21-22.

protein pada membran, serta kerusakan mekanis pada sel.³⁶ Suhu air sebagian menentukan konsentrasi gas terlarut dalam air laut; termasuk oksigen dan karbon dioksida, yang sangat terkait dengan proses biologis. Suhu merupakan faktor penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Suhu juga merupakan salah satu faktor abiotik terpenting yang mempengaruhi distribusi spesies laut.³⁷ Makroalga memiliki toleransi terhadap kisaran suhu yang spesifik karena adanya enzim pada talusnya, dimana makroalga akan tumbuh subur pada daerah yang sesuai dengan kemampuan adaptasinya. Kisaran suhu yang baik untuk pertumbuhan makroalga adalah (25 – 30)°C.³⁸

c. Salinitas

Salinitas adalah berat dalam gram dari jumlah total bahan terlarut dalam satu kilogram air laut.³⁹ Definisi lebih lengkap selanjutnya direkomendasikan oleh *International Council for the Exploration of the Sea* bahwa, salinitas adalah berat dalam gram dari jumlah total bahan padat yang dilarutkan dalam satu kilogram air laut ketika semua karbonat telah dikonversi menjadi oksida, bromin dan yodium diganti dengan klorin dan semua bahan organik teroksidasi sepenuhnya. Definisi ini dipublikasikan pada tahun 1902.⁴⁰ Salinitas air laut berbeda-beda, adanya variasi tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti, sirkulasi air, penguapan (evaporasi), curah hujan (presipitasi), dan aliran sungai. Salinitas berperan penting dalam aktivitas fisiologis makroalga. Perubahan salinitas dapat mempengaruhi

³⁶ Clinton J. Dawes, *Marine Botany 2nd Edition*, (USA: John Wley & Sons, Inc., 1998), hal. 29.

³⁷ Widya Prarikeslan, *Oseanografi*, (Jakarta: Kencana, 2016), hal. 17-21.

³⁸ Ma'ruf Kasim, *Makro Alga*, (Jakarta: Penebar Swadaya, 2016), hal. 113.

³⁹ Robert H.S., *Introduction to Physical Oceanography*, (Texas: Departement Oceanography, 2006), hal. 74.

⁴⁰ *Ibid.*,

makroalga dengan tiga cara: (1) tekanan osmotik, (2) tekanan ion, dan (3) perubahan rasio ionik akibat permeabilitas membran.⁴¹ Spesies makroalga yang hidup pada daerah yang kisaran salinitasnya selalu berubah ditandai dengan keanekaragaman spesies yang rendah, sebaliknya yang hidup pada daerah yang kisaran salinitasnya normal dan stabil memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi.⁴² Adapun kisaran salinitas yang baik untuk pertumbuhan makroalga adalah (2,8 – 3,4)%.⁴³

3. Pantai Pacar Kabupaten Tulungagung



**Gambar 2.7 Pantai Pacar Kabupaten Tulungagung
(Sumber: Dokumen pribadi)**

Pantai Pacar merupakan salah satu pantai yang terdapat di Kabupaten Tulungagung bagian timur, ±46 km dari pusat kota. Terletak di Desa Pucanglaban, Kecamatan Pucanglaban, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur. Pantai Pacar tergolong pantai yang masih alami, bersih dan jarang dikunjungi wisatawan. Sepanjang tepi pantai terdapat sebuah tebing besar, sehingga apabila akan memasuki pantai harus turun melewati tebing tersebut.

⁴¹ Dwi R.M.I., Joni H., “*Pengaruh Konsentrasi....*”, hal. 5.

⁴² Hendrik V.A., dkk., “*Analisis Struktur....*”, hal. 32.

⁴³ Hairati Arfah, Simon I. Patty, “*Kualitas Air dan Komunitas Makroalga di Perairan Pantai Jikumerasa, Pulau Buru*”, *Jurnal Ilmiah Platax* Vol 4, No. 2, Juli 2016, hal. 112.

Pantai Pacar memiliki karakteristik pantai yang berkarang, banyak bebatuan, dengan ombak yang tidak terlalu besar. Hal ini menjadi salah satu pendukung habitat bagi biota-biota laut, seperti Echinodermata, Crustacea, Gastropoda, Bivalvia, makroalga dan masih banyak lagi. Keadaan yang demikian mampu menjadikan Pantai Pacar sebagai laboratorium alam untuk mempelajari keanekaragaman hayati yang ada di laut.

4. Bahan Ajar Buku Petunjuk Praktikum

a. Pengertian Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan segala sesuatu yang dimanfaatkan guru/instruktur untuk membantunya melakukan kegiatan belajar mengajar, baik dalam bentuk tertulis maupun tidak tertulis.⁴⁴ Bahan ajar adalah informasi, alat dan teks yang dibutuhkan guru/instruktur untuk perencanaan dan penelaahan implementasi pembelajaran.⁴⁵ Bahan ajar adalah bahan-bahan atau materi pelajaran yang disusun secara sistematis, yang dimanfaatkan oleh guru/instruktur serta dalam proses kegiatan belajar mengajar.⁴⁶

Beberapa pandangan tentang pengertian bahan ajar tersebut, selanjutnya dapat disimpulkan bahwasanya bahan ajar adalah segala bahan (baik berupa informasi, alat, atau teks) yang disusun secara sistematis, menampilkan kompetensi yang utuh, yang akan dicapai peserta didik dan digunakan dalam kegiatan belajar mengajar dengan tujuan perencanaan dan penelaahan implementasi pembelajaran. Melalui bahan ajar diharapkan peserta didik mampu

⁴⁴ Abdul Majid., *Perencanaan Pembelajaran....*, hal. 173.

⁴⁵ Andi Prastowo, *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*, (Jogjakarta: Diva Press, 2011), hal. 17.

⁴⁶ *Ibid.*,

mempelajari suatu kompetensi secara runtut dan sistematis, sehingga dapat menguasai secara utuh kompetensi tersebut.

b. Jenis-jenis Bahan Ajar

Bahan ajar memiliki berbagai macam jenis. Hal ini dibedakan berdasarkan bentuknya, cara kerjanya, dan sifatnya. Adapun jenis-jenis bahan ajar adalah sebagai berikut.⁴⁷

1) Berdasarkan Bentuknya

Berdasarkan bentuknya, bahan ajar dibedakan menjadi empat macam yaitu:

- a) Bahan cetak (*printed*), yaitu sejumlah bahan yang disiapkan dalam bentuk kertas, yang dapat berfungsi sebagai penyampaian informasi atau keperluan pembelajaran. Misalnya, *handout*, modul, buku, lembar kerja siswa, *booklet*, *leaflet*, poster, brosur, foto, maket, brosur dan *wallchart*.
- b) Bahan ajar dengar (*audio*), yaitu segala sistem yang memanfaatkan sinyal radio secara langsung, yang dapat didengar maupun dimainkan oleh seseorang atau sekelompok orang. Misalnya, radio, *compact disk audio*, kaset dan piringan hitam.
- c) Bahan ajar pandang dengar (*audiovisual*), yaitu segala hal yang memungkinkan sinyal radio dipadukan dengan gambar yang bergerak. Misalnya, film dan *Video Compact Disk (VCD)*.
- d) Bahan ajar interaktif (*interactive teaching materials*), yaitu perpaduan dari dua atau lebih media (teks, grafik, gambar, audio, video, animasi) yang oleh

⁴⁷ *Ibid.*, hal. 39.

penggunaanya dimanipulasi atau diberi stimulus untuk mengontrol suatu perintah dan/atau perilaku alami dari suatu presentasi. Misalnya, *compact disk interactive*.

2) Berdasarkan Cara Kerjanya

Berdasarkan cara kerjanya, bahan ajar dibedakan menjadi lima macam yaitu:

- a) Bahan ajar yang diproyeksikan, yaitu bahan ajar yang memerlukan proyektor agar dapat digunakan dan/atau dipelajari peserta didik. Misalnya, *slide power point, overhead transparencies, filmstrips* dan proyeksi computer.
- b) Bahan ajar yang tidak diproyeksikan, yaitu bahan ajar yang tidak membutuhkan perangkat proyektor untuk memproyeksikan isinya, sehingga peserta didik dapat langsung menggunakannya (melihat, mengamati, membaca). Misalnya, foto, diagram, model, *display*.
- c) Bahan ajar audio, yaitu bahan ajar yang berupa sinyal audio yang direkam melalui media rekam, sehingga memerlukan alat untuk menggunakannya, seperti *CD player, VCD player, multimedia player, tape compo*. Adapun contoh bahan ajar audio adalah kaset, *compact disk (CD), flash disk*.
- d) Bahan ajar video, yaitu bahan ajar yang membutuhkan alat untuk menggunakannya, seperti *video tape player, VCD player, DVD player*. Bahan ajar ini juga menggunakan media rekam, hampir sama dengan bahan ajar audio, namun yang membedakannya, bahan ajar ini dilengkapi dengan gambar. Misalnya, video dan film.

- e) Bahan ajar (media) komputer, yaitu segala jenis bahan ajar noncetak yang memerlukan komputer untuk memperlihatkan sesuatu untuk belajar. Misalnya, *computer based multimedia*, *hypermedia* dan *computer mediated instruction*.

3) Berdasarkan Sifatnya

Berdasarkan sifatnya, bahan ajar dibedakan menjadi empat macam yaitu:

- a) Bahan ajar yang berbasis cetak, misalnya modul, buku, pamflet, gambar, peta, panduan belajar siswa, dan *charts*.
- b) Bahan ajar yang berbasis teknologi, misalnya *audio cassette*, *slide*, *video cassettes*, *computer based tutorial*, *filmstrips*, film, siaran radio, siaran televisi, video interaktif, dan multimedia.
- c) Bahan ajar yang digunakan praktik atau proyek, misalnya lembar observasi, buku petunjuk praktikum, lembar wawancara, dan *kit sains*.
- d) Bahan ajar yang dibutuhkan untuk keperluan interaksi manusia (khususnya untuk keperluan pendidikan jarak jauh), misalnya telepon, *video call*, dan *video conferencing*.

c. Pengertian Buku Petunjuk Praktikum

Buku petunjuk praktikum adalah buku panduan pelaksanaan kegiatan belajar dalam praktikum yang memanfaatkan segala hal yang terdapat di sekitar peserta didik sebagai sumber belajarnya.⁴⁸ Buku petunjuk praktikum adalah fasilitas dalam kegiatan laboratorium yang sudah ada sejak lama, digunakan untuk instruksi atau informasi yang disajikan dalam bentuk tulisan agar peserta didik

⁴⁸ P. Ananyara, Hariyanto, "Pengembangan Petunjuk....", hal. 13.

(praktikan) dapat bekerja secara mandiri (baik individu maupun kelompok) dalam melangsungkan prosedur percobaan untuk mencapai tujuan percobaan tersebut.⁴⁹

Buku petunjuk praktikum ditujukan untuk membantu dan menuntun peserta didik agar dapat bekerja secara kontinu dan terarah. Buku petunjuk praktikum dimanfaatkan sebagai panduan tahapan-tahapan kerja praktik baik di dalam laboratorium maupun di lapangan bagi siswa maupun bagi guru sendiri, yang disusun secara runtut dan sistematis, dengan bahasa yang komunikatif sehingga mudah dipahami dan dapat dipelajari secara mandiri tanpa bantuan dari guru maupun fasilitator.

d. Karakteristik Buku Petunjuk Praktikum

Menurut Dikmenjur, pengembangan buku petunjuk praktikum harus memperhatikan karakteristik buku petunjuk praktikum, agar dapat menghasilkan buku petunjuk praktikum yang mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Adapun karakteristik buku petunjuk praktikum tersebut adalah sebagai berikut.⁵⁰

1) *Self instruction*

Self instruction yaitu karakter yang memungkinkan peserta didik dapat belajar mandiri tanpa bantuan dari pihak lain. Karakter ini merupakan karakter yang paling penting, dengan demikian agar dapat memenuhi karakter tersebut, maka buku petunjuk praktikum harus:

- a) Memuat tujuan pembelajaran yang jelas.

⁴⁹ Widodo, *Panduan Menyusun Penuntun Praktikum*, (Jakarta: EMK, 2008), hal. 36.

⁵⁰ *Ibid.*, hal. 72.

- b) Memuat materi pembelajaran atau dasar teori, sehingga memudahkan peserta didik untuk mempelajarinya.
- c) Dilengkapi dengan contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan materi pembelajaran tersebut.
- d) Terdapat latihan soal, bahan diskusi dan sejenisnya yang dapat mengukur kemampuan peserta didik.
- e) Kontekstual, yaitu materi yang sedang dibahas berhubungan dengan suasana, konteks kegiatan atau tugas dan lingkungan peserta didik.
- f) Menggunakan bahasa yang tidak terlalu rumit, sehingga mudah dipahami.
- g) Terdapat rangkuman materi pelajaran.
- h) Terdapat instrumen penilaian, yang memungkinkan peserta didik dapat menilai sendiri hasil pekerjaannya (*self assessment*).
- i) Terdapat umpan balik (*feedback*) atas penilai peserta didik, sehingga dapat diketahui sudah sampai mana tingkat penguasaan materinya.
- j) Terdapat informasi daftar rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran yang sedang dibahas.

2) *Self contained*

Self contained yaitu apabila materi pembelajaran yang dibutuhkan semuanya telah termuat dalam buku petunjuk praktikum tersebut secara utuh dan terpadu. Tujuannya agar peserta didik dapat mempelajari materi tersebut secara tuntas sebelum melakukan kegiatan praktikum, sehingga tujuan praktikum dapat dicapai dengan baik.

3) *Stand alone* (berdiri sendiri)

Stand alone yaitu karakter buku petunjuk praktikum yang tidak tergantung dengan bahan ajar/media ajar lainnya atau tidak harus digunakan bersamaan dengan bahan ajar/media ajar lainnya. Peserta didik dengan demikian tidak perlu mencari bahan ajar lain untuk mempelajari, melaksanakan atau mengerjakan tugas pada buku petunjuk praktikum tersebut. Cukup menggunakan buku petunjuk praktikum itu saja.

4) *Adaptif*

Adaptif yaitu karakter buku petunjuk praktikum yang hendaknya memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Suatu buku petunjuk praktikum dikatakan adaptif apabila dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, fleksibel/luwes jika digunakan di berbagai perangkat keras (*hardware*).

5) *User friendly* (bersahabat)

User friendly yaitu karakter buku petunjuk praktikum dimana setiap instruksi atau penjelasan materinya bersifat membantu dan bersahabat dengan penggunanya, termasuk kemudahan dalam mengakses dan merespon sesuai dengan keinginan. Penggunaan bahasa yang tidak terlalu rumit, komunikatif, dan istilah-istilah yang sering digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly*.

e. Komponen Buku Petunjuk Praktikum

Adapun komponen-komponen yang harus ada dalam buku petunjuk praktikum adalah sebagai berikut.⁵¹

- 1) Judul praktikum harus singkat, padat, jelas dan dapat merepresentasikan secara umum kegiatan praktikum yang akan dilaksanakan. Judul praktikum disusun sesuai dengan materi yang akan dipraktikkan.
- 2) Dasar teori adalah teori yang mendasari atau materi yang berhubungan dengan praktikum yang akan dilaksanakan. Berfungsi untuk memberikan informasi dan wawasan pengetahuan berfikir, sehingga mempermudah peserta didik dalam melaksanakan dan mencapai tujuan praktikum.
- 3) Tujuan praktikum yaitu gambaran hal yang akan dilaksanakan, dibuktikan, diuji atau dipelajari selama kegiatan praktikum.
- 4) Alat dan bahan adalah komponen daftar alat dan bahan yang akan digunakan selama kegiatan praktikum.
- 5) Prosedur kerja adalah langkah-langkah yang harus diikuti atau dilaksanakan ketika kegiatan praktikum berlangsung. Dapat berupa poin-poin maupun uraian.
- 6) Tabel hasil pengamatan berisikan tabel yang berfungsi untuk mencatat data yang diperoleh dari kegiatan praktikum yang telah dilaksanakan.
- 7) Diskusi adalah pertanyaan-pertanyaan atau latihan soal yang berfungsi untuk menguji kemampuan peserta didik setelah melakukan kegiatan praktikum, sehingga dapat diketahui sampai mana tingkat pemahamannya.

⁵¹ Rezki M.N., *Panduan Pembuatan Modul Praktikum*, (Banjarbaru: Buku Elektronik, 2015), hal. 1.

- 8) Refleksi adalah aktivitas peserta didik berupa pemberian umpan balik (*feedback*) setelah melakukan kegiatan praktikum, hal ini dapat diisi dengan pesan, kesan setelah melakukan kegiatan tersebut dan uraian mengenai hasil praktikum apakah sudah sesuai dengan teori dan pembelajaran sebelumnya.
- 9) Daftar rujukan adalah daftar yang berisikan rujukan-rujukan atau referensi yang digunakan selama kegiatan praktikum.

f. Manfaat Buku Petunjuk Praktikum

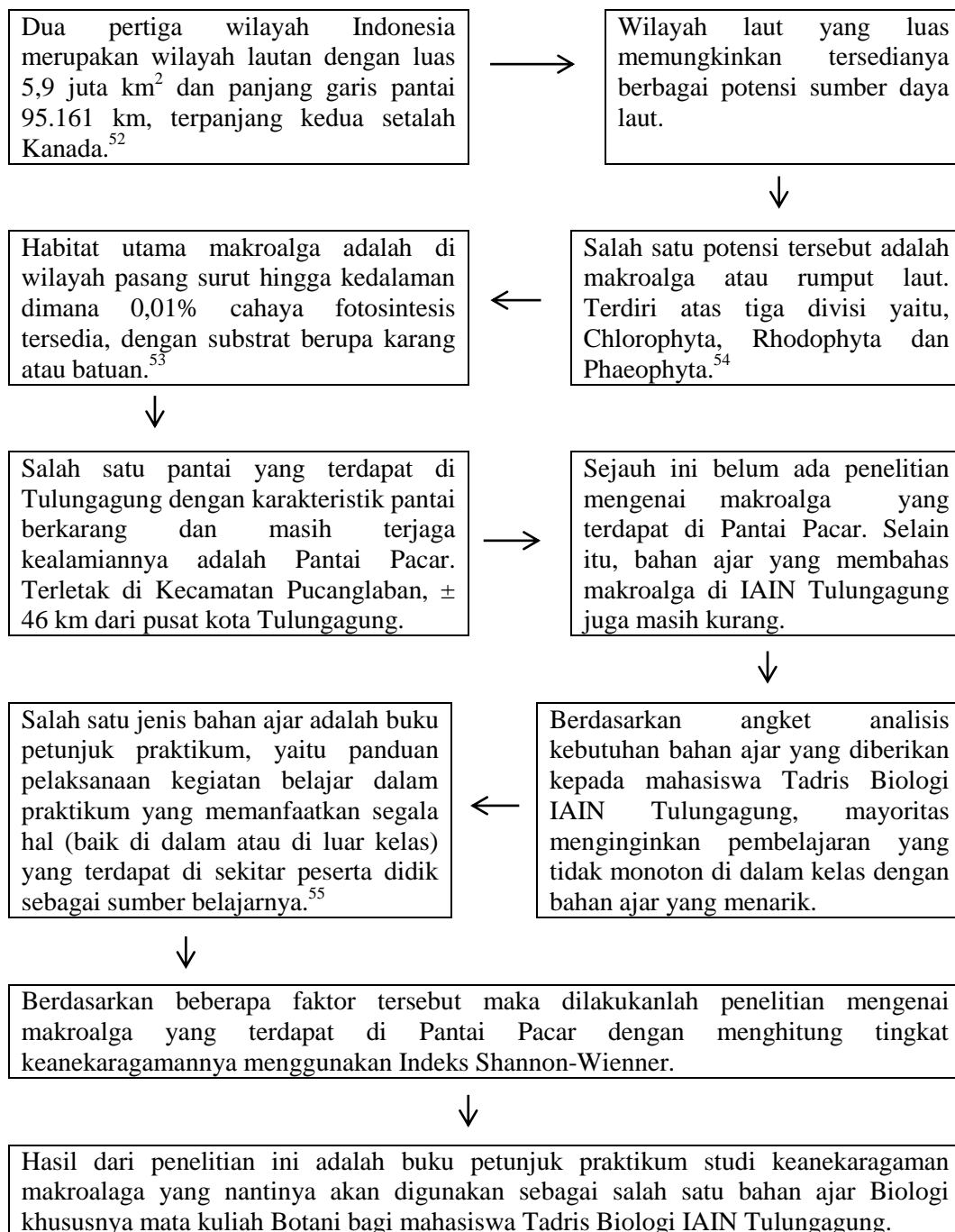
Buku petunjuk praktikum mempunyai banyak manfaat, dapat ditinjau dari sudut pandang peserta didik dan guru. Adapun manfaat buku petunjuk praktikum bagi peserta didik antara lain:

- 1) Melatih peserta didik bekerja sesuai prosedur ilmiah untuk mendapatkan pengetahuan, keterampilan dan nilai ilmiah.
- 2) Membantu dan menuntut peserta didik untuk belajar secara mandiri, kontinu dan terarah.
- 3) Pembelajaran lebih menarik, karena dapat dilakukan di luar kelas dan tidak monoton di dalam kelas saja.
- 4) Mengembangkan kemampuan proses sains peserta didik.
- 5) Memiliki kesempatan untuk menguji kemampuan diri melalui pengerjaan latihan soal yang terdapat dalam buku petunjuk praktikum.
- 6) Mengeksplor kemampuan peserta didik untuk berinteraksi dengan lingkungan dan memanfaatkannya sebagai sumber belajar.
- 7) Memperoleh pengetahuan melalui kegiatan yang dilakukan secara nyata, tidak hanya melalui teori dari buku saja.

Sedangkan manfaat buku petunjuk praktikum bagi guru antara lain:

- 1) Mengembangkan bahan ajar, karena tidak monoton hanya menggunakan buku teks saja.
- 2) Memperluas wawasan pengetahuan karena dalam penyusunannya memanfaatkan berbagai macam referensi.
- 3) Mengasah kemampuan dan kreativitas dalam menyusun bahan ajar yang menarik.
- 4) Membangun komunikasi secara efektif dengan peserta didik karena pembelajaran tidak harus berlangsung dengan bertatap muka.

B. Kerangka Berpikir



Gambar 2.8 Bagan Kerangka Berpikir

⁵² Ridwan Lasabuda, "Pembangunan Wilayah....", hal. 93.

⁵³ V.K. Dhargalkar, D. Kaflekar, *Seaweeds-a Field....*, hal. 1.

⁵⁴ Pipit Marianingsih, dkk., "Inventarisasi dan...."

⁵⁵ P. Ananyara, Hariyanto, "Pengembangan Petunjuk....", hal. 13.

Seperti yang telah tertuliskan pada bagan kerangka berpikir di atas bahwa, 2/3 wilayah Indonesia merupakan wilayah lautan dengan luas 5,9 juta km² dan panjang garis pantai 95.161 km, terpanjang kedua setelah Kanada. Wilayah laut yang luas tersebut memungkinkan tersedianya berbagai potensi sumber daya laut. Salah satunya adalah makroalga atau rumput laut. Terdiri atas tiga divisi yaitu, Chlorophyta, Rhodophyta, dan Phaeophyta, dimana habitat utamanya adalah di wilayah pasang surut hingga kedalaman dimana 0,01% cahaya fotosintesis tersedia, dengan substrat berupa karang atau batuan.

Salah satu pantai yang terdapat di Tulungagung dengan karakteristik pantai berkarang dan masih terjaga kealamiannya adalah Pantai Pacar. Terletak di Kecamatan Pucanglaban, ± 46 km dari pusat kota Tulungagung. Namun sayangnya, sejauh ini belum ada penelitian mengenai makroalga yang terdapat di Pantai Pacar. Selain itu, bahan ajar yang membahas makroalga di IAIN Tulungagung juga masih kurang.

Berdasarkan angket analisis kebutuhan bahan ajar yang diberikan kepada mahasiswa Tadris Biologi IAIN Tulungagung, mayoritas menginginkan pembelajaran yang tidak monoton di dalam kelas dengan bahan ajar yang menarik. Adapun salah satu jenis bahan ajar adalah buku petunjuk praktikum, yaitu panduan pelaksanaan kegiatan belajar dalam praktikum yang memanfaatkan segala hal (baik di dalam atau di luar kelas) yang terdapat di sekitar peserta didik sebagai sumber belajarnya.

Berdasarkan beberapa faktor tersebut maka dilakukanlah penelitian mengenai makroalga yang terdapat di Pantai Pacar dengan menghitung tingkat

keanekaragamannya menggunakan Indeks Shannon-Wiener. Adapun hasil penelitian ini adalah buku petunjuk praktikum studi keanekaragaman makroalga yang nantinya akan digunakan sebagai salah satu bahan ajar Biologi khususnya Botani bagi mahasiswa Tadris Biologi IAIN Tulungagung.

C. Penelitian Terdahulu

Berkaitan dengan penelitian tentang studi keanekaragaman makroalga, sebelumnya juga pernah dilakukan beberapa penelitian yang serupa. Beberapa penelitian terdahulu yang dapat dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Diandra Oryza, Susriyati Mahanal dan Murni Saptasari, dengan judul artikel jurnal, “Keanekaragaman Makroalga di Daerah Intertidal Pantai Pasir Panjang Kabupaten Malang”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif eksploratif dengan objek penelitian berupa spesimen makroalga. Sampel penelitian ini dicuplik dari 55 plot dengan metode *line transect*. Plot yang digunakan berukuran 1 x 1 meter dengan panjang transek disesuaikan dengan kondisi intertidal. Keanekaragaman makroalga pada penelitian ini dikaji secara taksonomis, yang meliputi deskripsi morfologi makroalga yaitu deskripsi morfologi internal dan eksternal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa makroalga yang ada di Pantai Pasir Panjang cukup beragam yaitu terdapat 21 jenis dari 14 genus makroalga yang terdiri dari 10 ordo yaitu Ulvales, Bryopsidales, Fucales, Ceramiales, Gigartinales, Corallinales, Palmariales, Cladophorales, Gelidiales, Nemaliales dan 12 famili yaitu Ulvaceae, Halimedaceae,

Caulerpaceae, Bryopsidaceae, Sargassaceae, Rhodomelaceae, Gigartinaceae, Carolinaceae, Palmariaceae, Cladophoraceae, Gelidiellaceae, dan Galaxauraceae. Sampel yang ditemukan kemudian diambil, dan diidentifikasi untuk selanjutnya dijadikan herbarium. Pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran faktor abiotik tempat hidup makroalga, meliputi pH, suhu, salinitas, dan kekeruhan. Hasil pengukuran pH-nya adalah 8,01 – 8,98, suhunya berkisar antara (26,3 – 33)°C, kisaran salinitasnya (2,9 – 4)%, dan nilai kekeruhannya berkisar antara 0 – 6 NTU. Seluruh nilai faktor abiotik tersebut menunjukkan bahwa kondisi perairan masih dalam kategori baik dan normal untuk pertumbuhan makroalga.⁵⁶

2. Penelitian yang dilakukan oleh Ilham Budi Setyawan, Wahyu Prihanta, dan Elly Purwanti, dengan judul atikel jurnal, “Identifikasi dan Keanekaragaman Pola Penyebaran Makroalga di Daerah Pasang Surut Pantai Pidakan Kabupaten Pacitan sebagai Sumber Belajar Biologi”. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode transek kuadrat yang terdiri atas 5 stasiun, dalam 1 stasiun terdiri dari 3 garis transek kuadrat. Setiap transek kuadrat terdiri 6 plot. Tiap plot berukuran 2x2 m², jarak antar plot masing-masing 10 m, dengan jarak antar transek 25 m. Sampel dalam penelitian total semua spesies makroalga yang ditemukan di 90 plot dalam 15 transek. Pada lokasi penelitian juga dilakukan pengukuran faktor abiotik seperti suhu, pH, salinitas, intensitas cahaya dan jenis substrat. Hasil pengukuran suhunya adalah (28 – 30)°C, nilai pH-nya dalam kisaran 7,1 – 7,3, salinitas yang

⁵⁶ Diandra Oryza, dkk., “*Keanekaragaman Makroalga...*”, hal. 456-463.

diukur berkisar (3,4 – 3,5)%, intensitas cahaya menunjukkan kisaran 4000 – 5000 lux, dan tipe substratnya berbatu dan berkarang. Keseluruhan faktor abiotik tersebut tidak banyak bervariasi, dimana hal ini mencerminkan kondisi umum perairan pantai tropis. Kondisi tersebut memberikan kesempatan yang baik bagi kehidupan makroalga. Tingkat keanekaragaman makroalga dihitung menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, dimana hasil penghitungan H' -nya adalah 4,611 yang berarti keanekaragaman jenis makroalganya dalam kategori sangat tinggi atau melimpah. Hasil penelitian ini menemukan 15 spesies makroalga yaitu, *Ulva lactuca* L., *Enteromorpha intetnalis* (Linnaeus) Link, *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J.Agardh, *Valoni aegagropila* C. Agardh, *Gracilaria gracilis* (Stackhouse) M. Steentoft, *Gelidium amansii* J.V. Lamouroux, *Euchema edule* Weber van Bosse, *Euchema cottoni* Webber van Bosse, *Codium edule* P.C. Silva, *Jania longifurca* Zanardini, *Jania rubens* (Linnaeus) Lamouroux, *Laurencia poitei* Lamouroux, *Laurencia brongniartii* J.Agardh, *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux, dan *Padina australis* Hauck. Makroalga yang ditemukan tersebut dimanfaatkan untuk bahan pembuatan *handout* sebagai sumber belajar.⁵⁷

3. Penelitian yang dilakukan oleh Karnan, Didik Santoso, Lalu Japa dan Ahmad Raskun, dengan judul artikel jurnal, “Makroalga di Daerah Intertidal Pulau Lombok Bagian Selatan”. Pengambilan sampel dilakukan dengan membuat garis transek. Di sebelah kiri dan kanan garis transek diletakkan kuadrat (berukuran 1x1 meter) sebagai titik pengamatan. Jarak antara kuadrat yang

⁵⁷ Ilham Budi Setyawan, dkk., “Identifikasi dan Keanekaragaman Pola Penyebaran Makroalga di Daerah Pasang Surut Pantai Pidakan Kabupaten Pacitan sebagai Sumber Belajar Biologi”, Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia, Vol. 1 No. 1, 2014, hal. 78-88.

satu dengan kuadrat berikutnya ditentukan yakni 10 meter. Struktur komunitas makroalga yang dianalisa meliputi Indeks Dominansi, Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener dan Indeks Keseragaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks dominansi berkisar antara 0,20 – 0,31, sedangkan indeks keanekaragamannya berkisar antara 1,27 – 1,78, dan indeks keseragamannya berkisar antara 1,71 – 2,11. Adapun jumlah makroalga yang ditemukan adalah 22 jenis makroalga penghuni daerah intertidal di kawasan pesisir pulau Lombok bagian selatan dengan tingkat keanekaragaman sedang. Setiap jenis makroalga yang didapatkan difoto untuk mempermudah dalam melakukan validasi. Beberapa jenis makroalga yang ditemukan juga dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi.⁵⁸

4. Penelitian yang dilakukan oleh Rany Dwimayansanti dan Dedy Kurnianto, dengan judul artikel jurnal, “Komunitas Makroalga di Perairan Tayando-Tam, Maluku Tenggara”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas makroalga dengan mengkaji keanekaragaman, kepadatan, dominansi serta kondisi lingkungan perairannya. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel makroalga yaitu dengan metode transek kuadrat dengan menarik tali tambang tegak lurus garis pantai sepanjang 200 m dilakukan sebanyak 2 kali untuk tiap stasiun, jarak antara transek pertama dan kedua adalah 200 m. Setiap transek diambil 20 plot dengan ukuran 50 x 50 cm, jarak antara plot satu dengan yang lainnya adalah 10 m, dengan demikian total plot setiap stasiun sebanyak 40 plot. Hasil penelitian menunjukkan

⁵⁸ Karnan, dkk., “*Makroalga di Daerah Intertidal Pulau Lombok Bagian Selatan*”, Jurnal Biologi Tropis, Vol. 18, No. 1, Januari – Juni 2018, hal. 109-122.

bahwa indeks keanekaragaman jenis makroalga berkisar antara 0,07 – 1,85, dimana secara umum keanekaragaman makroalganya dalam kategori sedang, namun pada 1 stasiun masih dalam kategori rendah. Nilai rata-rata kepadatan dari masing-masing stasiun adalah 3.948,57 gr/m². Nilai indeks dominasi dari seluruh stasiun berkisar antara 0,19 – 0,98. Adapun hasil pengukuran kondisi lingkungan perairannya menunjukkan bahwa kondisi perairan masih dalam kategori baik dan subur untuk mendukung kehidupan makroalga. Jumlah makroalga yang didapat sebanyak 37 spesies, yang terdiri atas 17 spesies alga merah (Rhodophyceae), 16 spesies alga hijau (Chlorophyceae) dan 4 spesies alga coklat (Phaeophyceae). Sampel makroalga yang didapat diidentifikasi di laboratorium dan ditimbang berat basahnya untuk memperoleh data biomasnya.⁵⁹

5. Penelitian yang dilakukan oleh Rene Charles Kepel, Desy Maria Helena Mantiri dan Nasprianto, dengan judul artikel jurnal, “Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Tongakina, Kota Manado”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi taksa makroalga melalui pendekatan morfologi. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode survei jelajah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi taksa dari makroalga yang ditemukan terdiri dari 3 divisi yaitu Divisi Chlorophyta yang terdiri dari 1 kelas, 4 ordo, 6 famili, 6 genera dan 7 spesies; Divisi Phaeophyta yang terdiri dari 1 kelas, 3 ordo, 3 famili, 4 genera dan 4 spesies; Divisi Rhodophyta yang terdiri dari 1 kelas, 3 ordo, 4 famili, 4 genera dan 4 spesies. Pengambilan data

⁵⁹ Rany Dwimayasanti, Dedy Kurnianto, *Komunitas Makroalga, ibid.*, hal. 39-48.

faktor abiotik seperti suhu, salinitas dan jenis substrat juga dilakukan. Secara keseluruhan substrat yang mendominasi adalah pasir berlumpur, suhu perairan berkisar (29 – 31)°C, salinitasnya sebesar 3,3%, dan kecerahannya 100%. Hasil pengukuran faktor abiotik secara keseluruhan sedikit berbeda dengan kisaran optimum untuk mendukung kehidupan makroalga, namun perbedaannya tidak signifikan sehingga makroalga masih dapat hidup di daerah tersebut.⁶⁰

6. Penelitian yang dilakukan oleh Eka Yuni Sundari, Handoko Santoso dan Suharno Zen, dengan judul prosiding seminar nasional, “Inventarisasi Keanekaragaman Makroalga di Pantai Tanjung Setia Krui sebagai Sumber Belajar Biologi”. Tujuan penelitian untuk mengetahui jenis makroalga, keanekaragaman dan dominansi makroalga yang ada di Pantai Tanjung Setia Krui dan menyusun sumber belajar berupa ensiklopedia. Metode yang digunakan adalah observasi langsung dengan membuat 3 stasiun pada tempat penelitian. Berdasarkan hasil penelitian, rata-rata nilai indeks keanekaragamannya adalah 1,653004 dimana keanekaragaman jenis makroalganya dalam kategori sedang. Rata-rata nilai dominasinya adalah 0,2160333 dimana nilai dominasi yang mendekati 0 tersebut menunjukkan bahwa tidak adanya pemusatan jenis tertentu pada komunitas makroalga tersebut. Adapun makroalga didapatkan sebanyak 6 spesies yaitu *Padina australis* Hauck, *Turbinaria conoides* (J.Agardh) Kutzing, *Halimeda opuntia* (Linnaeus) J.V.Lamouroux, *Boergesenia forbesii* (Harvey) Feldmann,

⁶⁰ Rene Charles Kepel, dkk., “Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Tongkaina, Kota Manado”, Jurnal Ilmiah Platax, Vol. 6, No. 1, Januari 2018, hal. 160-173.

Tricleocarpa cylindrica (J.Ellis dan Solander) Huisman dan Borowitzka,
Eucheuma denticulatum (N.Burman) Collins dan Harvey.⁶¹

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, maka persamaan dan perbedaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu

No.	Nama/Judul/Tahun	Persamaan	Perbedaan
1.	Diandra Oryza, dkk/Keanekaragaman Makroalga di Daerah Intertidal Pantai Pasir Panjang Kabupaten Malang/2016	a. Objek penelitian adalah makroalga b. Melakukan pengukuran faktor abiotik c. Sampel diambil lalu diidentifikasi di laboratorium dan dijadikan herbarium	a. Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah <i>line transect</i> b. Ukuran plot 1 x 1 m
2.	Ilham Budi Setyawan/Identifikasi dan Keanekaragaman Pola Penyebaran Makroalga di Daerah Pasang Surut Pantai Pidakan Kabupaten Pacitan sebagai Sumber Belajar Biologi/2014	a. Objek penelitian adalah makroalga b. Melakukan pengukuran faktor abiotik c. Ukuran plot 2 x 2 m d. Indeks Keanekaragaman menggunakan Shannon-Wiener e. Hasil penelitian digunakan sebagai bahan ajar Biologi	a. Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah metode kuadran b. Setiap plot diberikan jarak 10 m
3.	Karnan, dkk/Makroalga di Daerah Intertidal Pulau Lombok Bagian Selatan/2018	a. Objek penelitian adalah makroalga b. Indeks Keanekaragaman menggunakan Shannon-Wiener c. Makroalga yang ditemukan diidentifikasi di laboratorium	a. Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah garis transek b. Ukuran plot 1 x 1 m
4.	Rany Dwimayasanti, dkk/Komunitas Makroalga di Perairan Tayando-Tam, Maluku	a. Objek penelitian adalah makroalga b. Indeks Keanekaragaman menggunakan Shannon-Wiener	a. Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah b. Ukuran plot 50 x 50 cm c. Sampel yang ditemukan

⁶¹ Eka Yuni Sundari, dkk., "Inventarisasi Keanekaragaman Makroalga di Pantai Tanjung Setia Krui sebagai Sumber Belajar Biologi", Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, 2017, hal. 517-523.

	Tenggara/2018	c. Sampel yang ditemukan diidentifikasi di laboratorium	dihitung biomasnya.
5.	Rene Charles Kepel/Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Tongakina, Kota Manado/2018	a. Objek penelitian adalah makroalga b. Indeks Keanekaragaman menggunakan Shannon-Wiener c. Melakukan pengukuran faktor abiotik	a. Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah <i>survey</i> jelajah b. Untuk mengetahui komposisi makroalga melalui pendekatan morfologi.
6.	Eka Yuni Sundari, dkk/Inventarisasi Keanekaragaman Makroalga di Pantai Tanjung Setia Krui sebagai Sumber Belajar Biologi/2017	a. Objek penelitian adalah makroalga b. Indeks Keanekaragaman menggunakan Shannon-Wiener c. Hasil penelitian digunakan sebagai bahan ajar Biologi	a. Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah observasi langsung b. Sumber belajar yang dikembangkan berupa ensiklopedia