

SKRIPSI

**APLIKASI CITRA SENTINEL 2A UNTUK PENILAIAN KONDISI
MAKROALGA DI GUSUNG BONE MALALAYA, KOTA
MAKASSAR TAHUN 2015-2020**

Disusun dan diajukan oleh:

MAYANG NIZHAR RAJ

L111 16 317



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

**APLIKASI CITRA SENTINEL UNTUK PENILAIAN KONDISI MAKROALGA DI
GUSUNG BONE MALALAYA, KOTA MAKASSAR TAHUN 2015-2020**

MAYANG NIZHAR RAJ

L111 16 317

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

APLIKASI CITRA SENTINEL UNTUK PENILAIAN KONDISI MAKROALGA DI GUSUNG BONE MALALAYA, KOTA MAKASSAR TAHUN 2015-2020

Disusun dan diajukan oleh

MAYANG NIZHAR RAJ

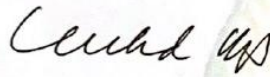
L111 16 317

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

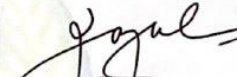
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping



Dr. Muh. Banda Selamat, S.Pi., MT
Nip. 19710326 200003 1 001



Dr. Yayu Anugrah La Nafie, ST, M.Sc.
Nip. 19710823 200003 2 002

Ketua Program Studi,



Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud.
Nip. 196907061995121002

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mayang Nizhar Raj

NIM : L111 16 317

Program Studi : Ilmu Kelautan

Jenjang : S1

Menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul : "Aplikasi Citra Sentinel untuk Penilaian Kondisi Makroalga di Gusung Bone Malalaya, Kota Makassar Tahun 2015-2020" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan atas perbuatan tersebut.

Makassar, 2022



Penulis
Mayang Nizhar Raj

PERNYATAAN AUTHORSHIP

PERNYATAAN AUTHORSHIP



Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mayang Nizhar Raj
NIM : L111 16 317
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 2022

Mengetahui,
Ketua Program Studi,



Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud.
NIP. 196907061995121002

Penulis,



Mayang Nizhar Raj
L111 16 317

ABSTRAK

MAYANG NIZHAR RAJ. L11116317.” Aplikasi Citra Sentinel Untuk Penilaian Kondisi Makroalga Di Gusung Bone Malalaya, Kota Makassar Tahun 2015-2020”.

Dibimbing oleh **Muh. Banda Selamat** selaku pembimbing utama dan ibu **Yayu Anugrah La Nafie** selaku pembimbing anggota.

Sargassum sp. adalah makroalga yang tergolong Divisi *Phaeophyta* (ganggang coklat). Spesies ini dapat tumbuh sampai panjang 12 meter. Tubuhnya berwarna coklat kuning kehijauan dengan struktur tubuh terbagi atas sebuah *holdfast* yang berfungsi sebagai struktur basal, sebuah stipe atau batang semu, dan sebuah *frond* yang berbentuk seperti daun. Informasi keberadaan makroalga ini belum banyak tersedia, utamanya di perairan Gusung Bone Malalaya, Makassar, yang rentan mendapatkan berbagai tekanan antropogenik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memetakan kondisi makroalga, sekaligus menganalisis sebaran muatan padatan tersuspensi serta secara umum memetakan perairan dangkal Gusung Bone Malalaya dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jarak jauh. Citra yang digunakan pada penelitian ini yaitu sentinel 2A level 2A dengan akuisisi 28 Oktober 2015, 14 Juli 2018 dan 10 Desember 2020 yang diolah menggunakan aplikasi pengolahan citra untuk mendapatkan peta tutupan makroalga di Gusung Bone Malalaya. Pengambilan sampel air dan parameter fisika di lokasi penelitian dilakukan di 8 stasiun sampling, sementara stasiun sampling makroalga dilakukan di 3 stasiun dan 9 substasiun. Hasil penelitian menunjukkan ditemukannya makroalga jenis *Sargassum sp.* di lokasi sampling. Berdasarkan perhitungan piksel citra, terdapat perubahan tutupan *Sargassum sp.* di tahun 2015, 2018 dan 2020 dengan masing-masing tutupan sebesar 36,49 Ha, 26,45 Ha, dan 35,73 Ha (secara berturut-turut). Nilai TSS tertinggi terdapat di stasiun 8 (33,1 mg/L) dan nilai terendah (16,3 mg/L) terdapat di stasiun 1. Tingginya kepadatan makroalga *Sargassum sp.* di lokasi penelitian diasumsikan karena *Sargassum sp.* memiliki toleransi yang relatif tinggi terhadap parameter fisika yang melebihi standar baku mutu yang ditetapkan KEPMENLH tahun 2004.

Kata kunci: Makroalga; *Sargassum sp.* Gusung Bone Malalaya; Citra Sentinel 2A; Teknologi Penginderaan Jauh

ABSTRACT

MAYANG NIZHAR RAJ. L11116317.” Sentinel Image Application for Assessment of Macroalga Conditions in Bone Malaya, Makassar City 2015-2020”.

Supervised by **Muh. Banda Selamat** as the main supervisor and **Mrs. Yuyu Anugrah La Nafie** as the member's supervisor.

Sargassum sp. is a macroalgae belonging to the *Phaeophyta* Division (brown algae). This species can grow to a length of 12 meters. The body color is yellow-green with the body structure divided into a *holdfast* which functions as a basal structure, a *stipe* or pseudo-stem, and a frond shaped like a leaf. Information of the existence of this macroalgae is not widely available, especially in the waters of Gusung Bone Malaya, Makassar, which are susceptible to various anthropogenic pressures. This study aims to determine and mapping the condition of macroalgae, as well as analyze the distribution of suspended solids loads and in general map the shallow waters of Gusung Bone Malalaya by utilizing remote sensing technology. The image used in this study is sentinel 2A level 2A with the acquisition of 28 October 2015, 14 July 2018 and 10 December 2020 which was processed using an image processing application to obtain a map of macroalgae cover in Gusung Bone Malaya. Sampling of water and physical parameters at the research location was carried out at 8 sampling stations, while algae sampling stations were carried out at 3 stations and 9 substations. The results showed that the algae species *Sargassum sp.* at the sampling location. Based on the calculation of image pixels, there was a change in the cover of *Sargassum sp* in 2015, 2018 and 2020 with each cover of 36.49 Ha, 26.45 Ha, and 35.73 Ha (respectively). The highest TSS value was at station 8 (33.1 mg/L) and the lowest value was at station 1 (16.3 mg/L). The high density of *Sargassum sp* algae at the study site was assumed because *Sargassum sp* has a relatively high tolerance for the parameters physics that exceeds the quality standards set by KEPMENLH in 2004.

Keywords: Macroalgae; *Sargassum sp.*; Gusung Bone Malaya; Sentinel imagery 2A; Remote Sensing Technology.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahirobbil 'aalamiin

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT, yang dengan limpahan rahmat-Nya Penulis mampu menyelesaikan skripsi berjudul “**Aplikasi Citra Sentinel untuk Penilaian Kondisi Makroalga di Gusung Bone Malalaya, Kota Makassar Tahun 2015-2020**” ini. Penulis berharap dengan adanya penelitian ini dapat memberi manfaat dan informasi sehingga dapat menjadi lebih berguna.

Penyusunan skripsi ini menggunakan data-data sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana di Program studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Penulis menyadari masih sangat banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi sehingga Penulis berharap kritik dan saran dari para pembaca akan sangat membantu Penulis dan pembaca untuk mengembangkan kembali penelitian ini dengan lebih memperhatikan kekurangan Penulis sebelumnya.

Dengan adanya skripsi ini penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang membantu penulis dalam proses pengerjaan skripsi ini hingga akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan-ucapan ini penulis tujukan kepada:

1. Kepada Ibunda tercinta Hj. Hasnawati, yang memberi dorongan dan menjadi tujuan hidup penulis hingga penulis mampu menyelesaikan sekolah sampai ke jenjang ini.
2. Kepada adik-adikku tercinta, Adhella Ramadhani Rajj dan Farid Al-Athfal Ar-Rajj yang memberi dorongan kepada Penulis selaku anak pertama untuk segera menyelesaikan sekolah dan mulai berkarir, Insha Allah
3. Kepada Ibu kedua Penulis, Rosmila A.Md. yang telah menaungi dan menjaga penulis sejak pertama kali menginjakkan kaki di Kota Daeng dan sampai detik ini masih menyayangi seperti anak sendiri
4. Kepada pasangan Drs. H. Nasaruddin Taga, M. Pd. dan Hj. Rosmini Sampe, S. Pd. yang telah memberi dorongan dan bantuan baik berupa materi dan non-materi dan memperhatikan setiap perkembangan skripsi dan kesehatan penulis hingga proses penyusunan skripsi ini selesai

5. Kepada yang terhormat Dr. Muh. Banda Selamat, S.Pi, MT. selaku pembimbing akademik dan pembimbing pertama dalam penyusunan skripsi karena telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dengan sabar dan ikhlas
6. Kepada yang terhormat Dr. Yuyu Anugrah La Nafie, ST, M.Sc. selaku pembimbing kedua yang membimbing penulis dan selalu mengarahkan ketika ada yang tidak penulis ketahui atau pahami
7. Kepada yang terhormat bapak Dr. Supriadi, ST, M.Si. dan ibu Dr. Nurjannah Nurdin, ST., M.Si. selaku penguji atas semua arahan, saran, dan perbaikan skripsi serta menghadiri seminar serta mengajarkan yang tidak penulis pahami
8. Kepada yang terhormat dosen-dosen pengajar di Program studi Ilmu Kelautan yang telah memberi banyak pelajaran baik mengenai sains maupun mengenai kehidupan, baik di dalam maupun di luar kelas
9. Kepada yang tersayang dan paling penulis hormati, dr. Kristanty Randa Arung, M.Kes.Sp.KJ karena telah menjadi psikiater yang memahami apa yang berusaha penulis ungkapkan, dan telah menjadi teman bercerita yang baik, serta doa dari dokter yang membuat penulis bisa melalui masa sulit dan menyelesaikan skripsi ini
10. Kepada teman-teman Dian, Onis, Septian, Agung, Bobo, Sahlan, Ardin dan Gurka yang telah membantu penulis selama proses pengambilan data di lapangan baik yang pertama maupun yang kedua kalinya.
11. Kepada semua senior-senior hebat dan sahabat seperjuangan kepengurusan di HPMM Komisariat Unhas periode 2018-2019, atas semua masukan dan dorongan sarjananya
12. Kepada teman-teman FBI Muh. Try Rexky, David Rantetana, Abd. Gafur Rahman, Muh. Nabil Akbar, Fajriansyah Nadir, St. hardiyanti Yahya, Nurul Fajriani Manaba, Wahyuni Octaviani, Ilmi Amalia, Nur Afni, Nur Inzani, Indah Dewi Cahyani, Assajdah Nurtika dan Siti Nasiroh Fitriani atas dukungan dan bantuannya dari awal perkuliahan hingga pembuatan skripsi selesai.
13. Kepada Septian, Naufal, dan Dicky atas waktu dan bantuannya selama pembuatan skripsi

14. Kepada semua teman-teman seangkatan Athena, yang kebersamai dari hari pertama di kampus hingga hari ini.
15. Terakhir, untuk kak Nuryamin dan Fismatman Ruli yang sangat membantu baik dari segi moril maupun materil.
16. Dan setiap orang yang berpartisipasi dalam proses penyusunan skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Terima Kasih

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Makassar, 2022

Penulis

Mayang Nizhar Raj`

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah SWT, karena berkah dan rahmat-Nya, proses penyusunan skripsi, yang merupakan tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana dengan judul “**Aplikasi Citra Sentinel untuk Penilaian Kondisi Makroalga di Gusung Bone Malalaya, Kota Makassar Tahun 2015-2020**” dapat diselesaikan dengan baik. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan kedepannya dapat digunakan dengan baik dan membawa kebaikan.

Penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dalam skripsi yang penulis susun ini. Maka dari itu, saran dan kritik pembaca sangat diharapkan untuk membantu penelitian ini agar dapat berkelanjutan dan menjadi lebih baik serta menambah manfaat, sebagaimana harapan penulis.

Makassar, 2022

Penulis

Mayang Nizhar Raj

BIODATA PENULIS



Mayang Nizhar Raj, anak sulung dari tiga bersaudara lahir di Makale, Tana Toraja, 11 Mei 1998 dari pasangan Iwan Rajuddin dan Hj. Hasnawati. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 35 Sangtempe selama enam tahun dari 2007 hingga 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang Sekolah Menengah Pertama SMP Negeri 1 Alla' selama tiga tahun dari 2010-2013. Dan melanjutkan ke jenjang Sekolah Menengah Akhir SMA N 1 Alla' selama tiga tahun dari tahun 2013-2016. Setelah lulus dari jenjang SMA, penulis mendaftarkan diri di Universitas Hasanuddin dan dinyatakan lulus dengan jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi) tahun 2016 di Program studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Hasanuddin, penulis sering mengikuti beberapa kegiatan kemahasiswaan sebagai upaya meningkatkan cara berperilaku dan berucap di dalam maupun di luar ruang lingkup kampus. Penulis aktif menjadi asisten mata kuliah Geologi Laut dan Perbenihan dan penangkaran Biota Laut. Penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan himpunan KEMAJIK FIKP-UH. Penulis juga aktif sebagai anggota Himpunan Pelajar Mahasiswa Komisariat Universitas Hasanuddin (HPMM KOM-UH) di divisi Pembinaan Aparatur Organisasi (PAO). Penulis juga telah menyelesaikan kegiatan wajib mahasiswa yaitu Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bacu, kecamatan Tonra, Kabupaten Bone pada KKN Gelombang 102 selama 30 1 bulan pada bulan Juli-Agustus 2020.

Penulis melakukan penelitian dengan judul “**Aplikasi Citra Sentinel untuk Penilaian Kondisi Makroalga di Gusung Bone Malalaya, Kota Makassar Tahun 2015-2020**” pada tahun 2022 sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kelautan. Penelitian ini dibimbing oleh bapak Dr. Muhammad Banda Selamat, S.Pi, M.T. selaku pembimbing utama dan ibu Dr. Yuyu Anugrah La Nafie, ST, M.Sc. selaku pembimbing pendamping.

DAFTAR ISI

SAMPUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
UCAPAN TERIMAKASIH	viii
KATA PENGANTAR	xi
BIODATA PENULIS.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. Makroalga.....	3
B. Faktor Lingkungan	5
1. Suhu	5
2. Salinitas	5
3. Kedalaman dan Kecerahan.....	5
4. Kecepatan arus.....	6
C. Muatan padatan tersuspensi (<i>Total Suspended Solid/TSS</i>)	6
1. Sumber Padatan Tersuspensi Total (<i>Total Suspended Solid</i>) di Perairan	6
2. Pengaruh Keberadaan Padatan Tersuspensi di Perairan dan Keterkaitannya dengan Kerapatan Makroalga	7
D. Algoritma <i>Lyzenga</i>	8
E. Sentinel 2A.....	8
F. Uji Ketelitian.....	10
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	11
A. Waktu dan Tempat.....	11
B. Alat dan Bahan	12

C. Prosedur Penelitian	13
1. Studi Literatur.....	13
2. Pengambilan Data Lapangan.....	13
3. Pengambilan sampel air (TSS).....	14
4. Pengambilan Data Kerapatan dan Tutupan Makroalga	15
5. Pengolahan Citra (<i>Flowchart</i>).....	15
D. Analisis Sampel TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	17
E. Pengolahan Data	18
1. Perhitungan parameter fisika.....	18
2. Teknik Density slicing dan Klasifikasi Histogram Citra.....	18
3. Uji Akurasi Tematik Citra Hasil Klasifikasi	19
IV. HASIL	20
A. Gambaran Umum Lokasi	20
B. Kondisi Batimetri	20
C. Parameter Oseanografi	21
D. Sebaran TSS	24
E. Kondisi Makroalga	24
F. Algoritma Lyzenga dan Histogram	25
G. Citra Klasifikasi Sebaran Alga	26
H. Uji Ketelitian	29
V. PEMBAHASAN	30
A. Batimetri	30
B. Hubungan Keberadaan Makroalga Dengan Parameter Oseanografi	30
1. Muatan Padatan Tersuspensi / <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	30
2. Suhu	31
3. Salinitas	32
4. Kecerahan.....	32
5. Kecepatan arus.....	33
C. Perubahan Sebaran Makroalga Berdasarkan Analisis Citra	33
D. Kondisi Lingkungan yang Mempengaruhi Sebaran Makroalga	34
E. Hubungan Makroalga dan Parameter Berdasarkan Stasiun	36
F. Hubungan Perubahan Kepadatan Makroalga dan Musim serta Waktu Perekaman Citra	37
G. Uji Ketelitian	38
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	39
A. KESIMPULAN	39

B. SARAN.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Karakteristik dari 13 kanal spektral pada Satelit Sentinel-2A (sentinels.copernicus.eu)	9
Tabel 2. Standar uji akurasi berdasarkan nilai Kappa	10
Tabel 3. Peralatan yang digunakan dalam penelitian.....	12
Tabel 4. Bahan yang digunakan pada penelitian ini	12
Tabel 5. Perangkat lunak yang digunakan untuk analisis data	12
Tabel 6. Matriks kesalahan (<i>confusion matrix</i>)	19
Tabel 7. Matriks hasil uji ketelitian	29
Tabel 8 Stasiun sampling makroalga dan data parameter terdekat.....	36
Tabel 9 Hubungan waktu perekaman citra, luas tutupan <i>Sargassum sp</i> dan musim ...	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Sargassum sp</i> (Wiqayah, 2011).....	5
Gambar 3. Peta titik sampling air-parameter fisika dan tutupan alga	11
Gambar 4. Skema transek dan plot pengambilan sampel makroalga	14
Gambar 5. Bagan alir pengolahan citra	15
Gambar 6 Grafik pasang-surut 39 jam dari BIG 6 Februari 2021	20
Gambar 7. Peta batimetri lokasi penelitian.....	21
Gambar 8. Nilai Suhu Permukaan Laut	22
Gambar 9. Nilai Salinitas per Stasiun	22
Gambar 10. Kecerahan per Stasiun.....	23
Gambar 11. Kecepatan arus per stasiun.....	23
Gambar 12. Nilai TSS per stasiun di lokasi studi	24
Gambar 13. Sampel makroalga coklat <i>Sargassum sp</i> yang ditemukan di lokasi penelitian Gusung Bone Malalaya	24
Gambar 14. Grafik rata-rata tutupan makroalga per stasiun di lokasi penelitian Gusung Bone Malalaya	25
Gambar 15. Citra Hasil algoritma Lyzenga dan histogram	26
Gambar 16. Citra komposit RGB 432 (a) dan pola <i>masking</i> (b)	27
Gambar 17. Perubahan spasial sebaran makroalga 2015-2020 di Gusung Bone Malalaya.....	28
Gambar 18. Perubahan luasan setiap kelas citra 2015-2020	28

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Makroalga merupakan salah satu sumberdaya alam hayati laut yang bernilai ekonomis dan memiliki peranan ekologis sebagai produsen yang tinggi dalam rantai makanan dan tempat pemijahan biota-biota laut (Bold dan Wyne, 1985). *Sargassum sp.* merupakan makroalga coklat yang hidup pada habitat karang dengan kedalaman 0,5-10 meter. Boney (1965) menjelaskan bahwa lingkungan tempat tumbuh makroalga *Sargassum sp.* terutama di daerah perairan yang jernih yang mempunyai substrat dasar batu karang, karang mati, batuan vulkanik dan benda-benda yang bersifat masif yang berada di dasar perairan. Kedalaman untuk pertumbuhan makroalga adalah dari 0,5 hingga 10 m. *Sargassum sp.* termasuk ke dalam kelas *Phaeophyceae*, dapat tumbuh subur pada daerah tropis, dengan suhu perairan 27,25 hingga 29,30 °C dan salinitas 32 hingga 33,5 ppt. Kebutuhan intensitas cahaya matahari marga *Sargassum sp.* lebih tinggi daripada makroalga merah. Pertumbuhan makroalga dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya suhu, salinitas, kecepatan arus, kedalaman, dan kecerahan (Dahuri, 2001).

Faktor-faktor tersebut yang berpengaruh terhadap pertumbuhan makroalga berkaitan secara langsung dengan konsentrasi muatan padatan tersuspensi (*TSS/total suspended solid*) (Dahuri, 2001). Nilai TSS berimbas pada banyak sedikitnya padatan yang mengendap ke dasar perairan yang mengakibatkan tertutupnya daun makroalga sehingga akan mengganggu proses fotosintesis. Menurut (Dahuri, 2001) beberapa aktivitas yang dapat meningkatkan kandungan sedimen pada badan air akan berakibat pada tingginya kekeruhan pada perairan sehingga mengurangi penetrasi cahaya, hal ini akan menimbulkan gangguan terhadap produktifitas primer ekosistem makroalga.

Penginderaan jauh merupakan seni dan ilmu untuk memperoleh informasi mengenai objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji. penginderaan jauh adalah ilmu untuk memperoleh, mengolah dan menginterpretasi citra yang telah direkam yang berasal dari interaksi antara gelombang elektromagnetik dengan suatu objek (Sutanto, 1996).

Sakaruddin (2011) telah melakukan penelitian rentetan waktu (*time series*) untuk menentukan komposisi jenis, kerapatan, persen penutupan dan perubahan luas tutupan lamun dengan memanfaatkan metode penginderaan jauh. Hasil penelitian

menunjukkan terjadinya penurunan luas padang lamun sebesar 63,9% dari tahun 1990 hingga 2010. Penelitian dengan memanfaatkan citra Sentinel 2A juga dilakukan oleh Zulkifli (2019) untuk pemetaan perairan dangkal di Pulau Bokori. Hasil penelitian tersebut menunjukkan tutupan perairan dangkal tersebar di berbagai tempat dengan memanfaatkan citra Sentinel 2A untuk mendeteksi tutupan serta klasifikasi tutupan perairan dangkal.

Pembangunan pelabuhan Makassar *New Port* di Kota Makassar dimulai pada bulan Juni 2015 dan telah beroperasi pada bulan Maret 2019. Hasil studi oleh *Selamat et al., (2020)* di Muara Sungai Tallo dan sekitar pelabuhan tersebut memperlihatkan bahwa berdasarkan citra Sentinel 2A, telah terjadi kondisi nilai muatan padatan tersuspensi melebihi baku mutu lingkungan pada bulan Januari, September dan Oktober 2019. Sebaran TSS yang berasal dari Muara Sungai Tallo menyebar hingga ke Gusung Bone Malalaya sehingga di duga mempengaruhi kondisi makroalga di lokasi studi tersebut. Menindaklanjuti temuan tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui keberadaan dan kondisi makroalga di Gusung Bone Malalaya dan sekitarnya.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Memetakan dan menganalisa keberadaan dan persen tutupan makroalga di Gusung Bone Malalaya, untuk diketahui perbedaannya dari tahun 2015 hingga tahun 2020
2. Menganalisa sebaran muatan padatan padat tersuspensi dan parameter lingkungan serta hubungannya dengan perubahan tutupan makroalga di Gusung Bone Malalaya.

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai kondisi makroalga, kondisi lingkungan dan sebaran TSS di Gusung Bone Malalaya setelah adanya aktifitas pembangunan pelabuhan di Perairan Makassar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Makroalga

Alga merupakan salah satu sumberdaya alam hayati laut yang bernilai ekonomis dan memiliki peranan ekologis sebagai produsen yang tinggi dalam rantai makanan dan tempat pemijahan biota-biota laut (Bold and Wyne, 1985). Studi makroalga laut di Indonesia pernah dilakukan oleh Rumpius pada tahun 1750 di perairan Ambon. Pengkajian secara intensif dilaksanakan pada ekspedisi Siboga pada tahun 1899-1900 oleh Weber-Van Bosse di perairan bagian Indonesia. Ekspedisi ini berhasil mendeskripsikan 782 spesies makroalga di antaranya 196 *Chlorophyta*, 134 *Phaeophyta* dan 452 *Rhodophyta* (Anggadiredja et al.,2009). Penelitian tentang makroalga di Sulawesi Utara sudah pernah dilakukan di beberapa tempat diantaranya perairan Pulau Lembeh, Selat Lembeh, dan Likupang Barat. Penelitian-penelitian sebelumnya ini lebih menekankan pada inventarisasi dan deskripsi morfologi dari makroalga.

Sargassum sp. merupakan makroalga coklat yang hidup pada habitat karang dengan kedalaman 0,5-10 meter. Guiry (2007) menjelaskan bahwa *Sargassum sp.* adalah rumput laut yang tergolong Divisi *Phaeophyta* (ganggang coklat). Anggadiredja (2006) menjelaskan bahwa *Sargassum* adalah salah satu genus dari kelompok rumput laut coklat yang merupakan genera terbesar dari family *Sargassaceae*. Spesies ini dapat tumbuh sampai panjang 12 meter. Tubuhnya berwarna coklat kuning kehijauan, dengan struktur tubuh terbagi atas sebuah *holdfast* yang berfungsi sebagai struktur basal, sebuah *stipe* atau batang semu, dan sebuah *frond* yang berbentuk seperti daun (Gambar 1).

Warna coklat pada makroalga divisi *Phaeophyta* muncul akibat dominansi dari pigmen fucoxanthin, klorofil a dan c, betakaroten, dan xantofil lainnya. Karbohidrat yang disimpan sebagian besar tersedia dalam bentuk laminaran (polisakarida glukosa; terbentuk dari proses fotosintesis), disertai dengan pati dalam jumlah tertentu tergantung spesiesnya. Dinding selnya terbuat dari selulosa dan asam alginat. Anggadiredja et al. (2009) menjelaskan bahwa *Sargassum sp.* Memiliki bentuk thallus gepeng, banyak percabangan yang menyerupai pepohonan di darat, bangun daun melebar, lonjong seperti pedang, memiliki gelembung udara yang umumnya soliter, batang utama bulat agak kasar, dan *holdfast* (bagian yang digunakan untuk melekat) berbentuk cakram, pinggir daun bergerigi jarang, berombak, dan ujung melengkung atau meruncing.

Sargassum sp. juga berperan penting dalam ekosistem. Kadi (2005) menjelaskan bahwa secara ekologis makroalga *Sargassum* ikut andil dalam pembentukan ekosistem terumbu karang dan merupakan tempat asuhan bagi biota kecil, termasuk untuk perlindungan benih ikan dan benur udang serta sarang melekatnya telur cumi-cumi.

Boney (1965) menjelaskan bahwa lingkungan tempat tumbuh makroalga *Sargassum sp.* terutama di daerah perairan yang jernih yang mempunyai substrat dasar batu karang, karang mati, batuan vulkanik dan benda-benda yang bersifat masif yang berada di dasar perairan. Makroalga *Sargassum sp.* Tumbuh dari daerah intertidal, subtidal sampai daerah tubir dengan ombak besar dan arus deras.

Kedalaman untuk pertumbuhan dari 0,5 -10 m. Marga *Sargassum sp.* termasuk dalam kelas *Phaeophyceae* tumbuh subur pada daerah tropis, suhu perairan 27,25 - 29,30 °C dan salinitas 32 - 33,5 ‰. Kebutuhan intensitas cahaya matahari marga *Sargassum sp.* lebih tinggi dari pada marga alga merah. Pertumbuhan *Sargassum sp.* membutuhkan intensitas cahaya matahari berkisar 6500 - 7500 lux (Boney, 1965). Kebutuhan *Sargassum sp.* akan sinar matahari dalam berfotosintesis sangat diperlukan. Intensitas dan kualitas sinar matahari yang ada di dasar dengan permukaan perairan sangatlah berbeda, dimana intensitas dan kualitas sinar matahari pada permukaan perairan. Seperti yang dijelaskan oleh Msuya dan Neori (2002) menjelaskan bahwa makroalga memiliki kemampuan untuk berfotosintesis, mengubah energi dari matahari menjadi energi yang dapat digunakan sebagai makanan.

Klasifikasi *Sargassum sp* sebagai berikut (Wiqayah, 2011):

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Thallophyta*

Kelas : *Phaeophyceae*

Ordo : *Fucales*

Famili : *Sargassaceae*

Genus : *Sargassum*

Spesies : *Sargassum sp.*



Gambar 1. *Sargassum sp* (Wiqayah, 2011)

B. Faktor Lingkungan

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan penyebaran makroalga. Beberapa peneliti melaporkan bahwa perubahan suhu akan membawa pengaruh terhadap kehidupan makroalga. Suhu dapat mempengaruhi metabolisme penyerapan unsur hara dan kelangsungan hidup makroalga (Brouns & Heijs, 1986).

Kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan makroalga dan epifit adalah 15-30°C. Apabila suhu perairan berada di luar kisaran optimal tersebut, maka kemampuan makroalga dalam proses fotosintesis akan menurun dengan drastis pula (Dahuri, 2001).

2. Salinitas

Semua spesies makroalga memiliki toleransi terhadap salinitas yang berbeda-beda, namun sebagian besar memiliki kisaran yang lebar terhadap salinitas antara 10-40‰. Nilai optimum toleransi terhadap salinitas di air laut adalah 35‰. Penurunan salinitas akan menurunkan kemampuan toleransi makroalga.

Jenis makroalga tropik mempunyai toleransi lebih rendah dari salinitas normal dan pada temperatur yang rendah, tidak mampu mempertahankan hidupnya pada salinitas yang sama dan dalam kondisi suhu yang lebih tinggi (Bapedal, 1996).

3. Kedalaman dan Kecerahan

Kecerahan perairan menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Pada perairan alami, kecerahan sangat penting karena erat dengan proses fotosintesis. Semakin tinggi nilai kecerahan maka akan tinggi pula

tingkat penetrasi cahaya ke kolom perairan. Penetrasi cahaya matahari atau kecerahan sangat penting bagi tumbuhan makroalga. Hal ini terlihat dari sebaran makroalga yang terbatas pada daerah yang masih menerima cahaya matahari (Nainggolan, 2011).

Daya jangkau atau kemampuan tumbuh tumbuhan makroalga untuk sampai kedalaman tertentu sangat dipengaruhi oleh saturasi cahaya setiap individu makroalga. Distribusi kedalaman tergantung dari hubungan beberapa faktor yaitu, gelombang, arus substrat, turbiditas dan penetrasi cahaya (Nainggolan, 2011).

4. Kecepatan arus

Kecepatan arus merupakan faktor yang mempunyai pengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan makroalga di suatu perairan. Produktivitas makroalga tampak dari pengaruh keadaan kecepatan arus perairan. Makroalga mempunyai kemampuan maksimum menghasilkan "standing crop" pada saat kecepatan arus 0,5 m/dtk (Dahuri, 2001).

C. Muatan padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid/TSS*)

Padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid*) adalah semua zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik. Muatan padatan tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan. Penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung efektif akibat terhalang oleh muatan padatan tersuspensi, sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna. Sebaran muatan padatan tersuspensi di laut antara lain dipengaruhi oleh masukan yang berasal dari darat melalui aliran sungai, ataupun dari udara dan perpindahan karena endapan akibat pengikisan (Tarigan & Edward, 2003).

1. Sumber Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid*) di Perairan

Sumber dan komposisi beberapa partikulat pencemar yang umum berada di suatu perairan sebagian besar berasal dari kegiatan antropogenik antara lain erosi tanah, lumpur merah dari pabrik aluminium oksida, padatan dari pencucian batubara, lubang tanah liat, kegiatan penimbunan sisa pengerukan, penyulingan pasir-pasir mineral, dan pabrik pencucian, kerikil dan kegiatan-kegiatan lainnya. Komposisi dan sifat partikulat pencemar dari erosi tanah berupa mineral tanah, pasir, tanah liat dan lumpur,

sedangkan mineral sedimen, pasir, tanah liat, lumpur, detritus organik dihasilkan dari kegiatan penimbunan sisa pengerukan. Garam-garam besi yang dapat berubah menjadi besi terhidrasi di dalam air laut merupakan pencemar dari lumpur merah dari pabrik aluminium oksida dan penyulingan pasir-pasir mineral (Tarigan & Edward, 2003).

Beberapa sumber dan komposisi beberapa partikulat pencemar yang umum berada di suatu perairan antara lain erosi tanah, lumpur merah dari pabrik aluminium oksida, padatan dari pencucian batubara, lubang tanah liat, kegiatan penimbunan sisa pengerukan, penyulingan pasir-pasir mineral, dan pabrik pencucian, kerikil dan kegiatan-kegiatan lainnya. Komposisi dan sifat partikulat pencemar dari erosi tanah berupa mineral tanah, pasir, tanah liat dan lumpur, sedangkan mineral sedimen, pasir, tanah liat, lumpur, detritus organik dihasilkan dari kegiatan penimbunan sisa pengerukan. Garam-garam besi yang dapat berubah menjadi besi terhidrasi dalam air laut merupakan pencemar dari lumpur merah dari pabrik aluminium oksida dan penyulingan pasir-pasir mineral, sebaran muatan padatan tersuspensi di laut antara lain dipengaruhi oleh masukan yang berasal dari darat melalui aliran sungai, ataupun dari udara dan perpindahan karena endapan akibat pengikisan (Tarigan & Edward, 2003).

2. Pengaruh Keberadaan Padatan Tersuspensi di Perairan dan Keterkaitannya dengan Kerapatan Makroalga

Keberadaan sedimen tersuspensi di perairan dapat berpengaruh terhadap kualitas air dan organisme akuatik, baik secara langsung maupun tidak langsung seperti kematian dan menurunnya produksi. Partikel-partikel yang tersuspensi di dalam massa air tersebut dapat membatasi nilai produktivitas primer perairan sebagai akibat terhambatnya penetrasi cahaya ke dalam badan air (Ritchie et al., 1976).

Peningkatan kadar muatan padatan tersuspensi menyebabkan kekeruhan yang dapat mengganggu penetrasi cahaya ke dalam perairan. Keberadaan sedimen tersuspensi di perairan dapat berpengaruh terhadap kualitas air dan organisme akuatik, baik secara langsung maupun tidak langsung seperti kematian dan menurunnya produksi. Partikel-partikel yang tersuspensi di dalam massa air tersebut dapat membatasi nilai produktivitas primer perairan sebagai akibat terhambatnya penetrasi cahaya ke dalam badan air (Ritchie et al., 1976). Oleh sebab itu sangat diperlukan data seputar banyak atau tidaknya kandungan padatan tersuspensi di sebuah perairan agar dapat mengambil langkah pencegahan penurunan tingkat reproduksi dan menekan tingkat kematian (Ristanti, 2018).

Zafren (2017) menyebutkan bahwa nilai konsentrasi TSS berimbas pada padatan yang mengendap di dasar perairan dan mengakibatkan tertutupnya daun makroalga sehingga mengganggu proses fotosintesis pada daunnya. Zafren (2017) menyatakan bahwa pada perairan dengan tingkat erosi yang tinggi, padatan tersuspensi akan menghalangi cahaya matahari sehingga mempengaruhi pertumbuhan makroalga, dan dalam jangka waktu lama akan mempengaruhi kerapatan makroalga. Dalam penelitiannya, Riniatsih (2016) menyatakan bahwa semakin tinggi nilai kerapatan makroalga, maka akan semakin rendah sebaran sedimen muatan padatan tersuspensi yang terdapat di perairan.

D. Algoritma Lyzenga

Algoritma *Lyzenga* atau lebih dikenal dengan DII (*Depth Variant Index*) atau koreksi kolom air, adalah algoritma yang diterapkan pada citra untuk koreksi kedalaman suatu perairan. Koreksi ini bertujuan untuk meminimalisir kesalahan identifikasi spectral habitat di kedalaman (Maritorena, 1996). Faktor kedalaman yang mempengaruhi sidik spektral habitat dapat di-eliminasi dengan koreksi kolom air (Lyzenga, 1978; 1981).

Proses penajaman citra yang digunakan dengan menggunakan algoritma Lyzenga juga banyak digunakan untuk memetakan substrat dasar perairan (karang, pasir dan makroalga). Salah satu cara untuk mampu menginterpretasikan objek dasar perairan dangkal yaitu melakukan penggabungan 2 sinar tampak yaitu band 1 dan band 2. Sehingga akan di dapat citra baru yang menampakkan dasar perairan dangkal yang lebih informatif. Hasil transformasi citra tersebut dibagi menjadi beberapa kelas berdasarkan histogram hasil transformasi (Lyzenga, 1981). Metode ini menghasilkan indeks dasar tak dipengaruhi kedalaman dan berhasil baik pada perairan dangkal yang jernih, seperti di terumbu karang. Kelemahannya adalah nilai indeks tidak mewakili reflektansi objek dan sering menimbulkan masalah untuk objek yang ditemukan pada banyak kedalaman, sehingga terjadi bias dalam estimasi rasio koefisien attenuasi (Maritorena, 1996). Meskipun demikian, metode ini signifikan meningkatkan akurasi terumbu karang (Mumby, 1998). Metode ini efektif bila tipe substrat setiap piksel diidentifikasi dan ditentukan kedalamannya (Hedley dan Mumby, 2003).

E. Sentinel 2A

Satelit Sentinel-2A merupakan satelit milik European Space Agency (ESA) yang diluncurkan dalam program Copernicus atau Program Observasi Bumi Eropa. Satelit Sentinel-2A ini diluncurkan pertama kali pada tanggal 23 Juni 2015 di Guiana Space Centre, Kourou, French Guyana menggunakan roket Vega yang kemudian diikuti oleh

peluncuran satelit Sentinel-2B pada tanggal 7 Maret 2017. Melalui sensor multi-spektral resolusi tinggi, Satelit Sentinel-2A dapat memberikan pencitraan bumi secara menyeluruh baik darat, laut maupun pemantauan atmosfer melalui kombinasi 13 kanal spektral (Spoto et al., 2012). Spesifikasi resolusi spektral dan spasial Sentinel 2A dan kegunaannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Karakteristik dari 13 kanal spektral pada Satelit Sentinel-2A (sentinels.copernicus.eu).

resolusi spasial (m)	kanal	Panjang gelombang (nm)	resolusi spektral (nm)	kegunaan
10	2 - blue	490	65	Melihat fitur permukaan air/ kolom air dangkal, batimetri
	3 - green	560	35	Studi vegetasi di laut & di darat, serta sedimen
	4 - red	665	30	Membedakan mineral dan tanah (studi geologi) / lereng vegetasi
	8 - NIR	842	115	Studi konten biomassa dan garis pantai
20	5 - Vegetation Red Edge	705	15	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
	6 - Vegetation Red Edge	740	15	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
	7 - Vegetation Red Edge	783	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
	8b - egetation Red Edge	865	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
	11 - SWIR	1610	90	Studi deteksi kandungan air tanah dan vegetasi
	12 - SWIR	2190	180	Studi deteksi kandungan air tanah dan vegetasi
60	1 - Coastal Aerosol	443	20	Studi pesisir dan aerosol
	9 - Water Vapour	945	20	Studi deteksi uap air (<i>water vapour</i>)
	10 - SWIR Cirrus	1380	30	Peningkatan deteksi kontaminasi awan cirrus

Satelit Sentinel-2A membawa alat Multi-Spectral Instrument (MSI) dengan 13 saluran spektral yang membentang dari Visible and Near Infrared (VNIR) ke Short-Wave Infrared (SWIR) dimana citra ini menampilkan empat kanal spektral pada resolusi 10 meter yaitu biru (490 nm), hijau (560 nm), merah (665 nm) dan inframerah dekat (842 nm); enam kanal pada resolusi 20 meter yaitu empat kanal pada vegetasi spektral (705 nm, 740 nm, 783 nm dan 865 nm) dan dua kanal SWIR besar (1610 nm dan 2190 nm); dan tiga kanal pada resolusi spasial 60 meter digunakan untuk koreksi atmosfer dan screening awan (443 nm untuk pengambilan aerosol, 945 nm untuk pengambilan uap air dan 1380 nm untuk deteksi awan cirrus), satelit ini memiliki area sapuan sebesar 290 km (Spoto et al., 2012).

F. Uji Ketelitian

Uji Ketelitian merupakan upaya menghitung tingkat kebenaran interpretasi dan hasil pemetaan, dan bertujuan untuk mengetahui tingkat kepercayaan terhadap data atau pemetaan interpretasi penginderaan jauh (Sutanto, 2013). Uji akurasi dilakukan untuk menilai kualitas peta yang dihasilkan. Batas akurasi yang dapat diterima untuk peta habitat dasar perairan dangkal berdasarkan pada SNI 7716.2011 tentang Pemetaan Habitat dasar perairan laut dangkal adalah 60% (Tabel 2).

Perhitungan akurasi dilakukan dengan cara membuat tabel matrik yang membandingkan kelas hasil klasifikasi citra dengan faktanya dilapangan berdasarkan sampel uji lapangan (Congalton dan Green, 2009; Lillesand dan Kiefer, 1990). Akurasi pemetaan habitat dasar perairan dangkal dari citra satelit dapat ditingkatkan dengan cara penerapan beberapa koreksi pra-pemrosesan citra seperti koreksi *sunlint* yang dapat meningkatkan akurasi sebesar 7% (Anggoro, et al 2016).

Tabel 2. Standar uji akurasi berdasarkan nilai Kappa

Nilai K	Keeratan Kesepakatan (Strength of Agreement)
< 0,20	Rendah (<i>poor</i>)
0,21 – 0,40	Lumayan (<i>fair</i>)
0,41 – 0,60	Cukup (<i>moderate</i>)
0,61 – 0,80	Kuat (<i>good</i>)
0,81 – 1,00	sangat kuat (<i>very good</i>)