

SKRIPSI

**ESTIMASI KELIMPAHAN FITOPLANKTON MENGGUNAKAN
CITRA SENTINEL-2 DI PERAIRAN LANGA – JAMPUE
KABUPATEN PINRANG**

Disusun dan diajukan oleh

**SITI ASMUTIANTI MUHTAR
L011 18 1028**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**ESTIMASI KELIMPAHAN FITOPLANKTON MENGGUNAKAN
CITRA SENTINEL-2 DI WILAYAH PERAIRAN LANGA – JAMPUE
KABUPATEN PINRANG**

SITI ASMUTIANTI MUHTAR

L011181028

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

ESTIMASI KELIMPAHAN FITOPLANKTON MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2 DI WILAYAH PERAIRAN LANGA – JAMPUE KABUPATEN PINRANG

Disusun dan diajukan oleh

SITI ASMUTIANTI MUHTAR

L011181028

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 14 September 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

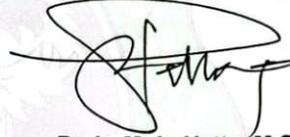
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Muhammad Anshar Amran, M.Si
NIP. 19640218 199203 1 002

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Muh. Hatta, M.Si
NIP. 19671231 199202 1 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud
NIP. 19690706 199512 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Siti Asmutianti Muhtar
NIM : L011181028
Program Studi : Ilmu Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

“Estimasi Kelimpahan Fitoplankton Menggunakan Citra Sentinel-2 Di Wilayah Perairan Langa – Jampue Kabupaten Pinrang”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 14 September 2022

Yang Menyatakan

The image shows a 1000 Rupiah postage stamp from Indonesia. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '1000', and 'METERAI TEMPEL'. A handwritten signature is written over the stamp. Below the stamp, the name 'Siti Asmutianti Muhtar' is printed.

Siti Asmutianti Muhtar

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

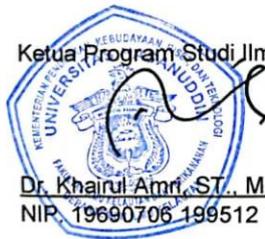
Nama : Siti Asmutianti Muhtar
NIM : L011181028
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi 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 diikuti.

Makassar, 14 September 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Kelautan,



Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud
NIP. 19690706 199512 1 002

Penulis



Siti Asmutianti Muhtar
NIM. L011181028

ABSTRAK

Siti Asmutianti Muhtar. L011181028. “Estimasi Kelimpahan Fitoplankton Menggunakan Citra Sentinel-2 Di Wilayah Perairan Langa – Jampue Kabupaten Pinrang”. Dibimbing oleh **Muh.Anshar Amran** sebagai Pembimbing Utama dan **Muh.Hatta** sebagai Pembimbing Anggota.

Fitoplankton merupakan organisme autotrof yang dapat melakukan fotosintesis dengan adanya kandungan klorofil didalam tubuhnya. Fitoplankton dapat menjadi faktor penentu kesburuan pada suatu perairan. Pendugaan kelimpahan fitoplankton dapat dilakukan dengan sistem penginderaan jauh kelautan menggunakan citra Sentinel-2. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi kelimpahan fitoplankton menggunakan citra Sentinel-2 di wilayah perairan Langa – Jampue Kabupaten Pinrang untuk perekaman citra Sentinel-2 pada tanggal 28 Februari 2022. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Juli 2022 dengan mengambil sampel fitoplankton, melakukan analisis sampel di laboratorium dan mengolah data citra Sentinel-2 pada perekaman 28 Februari 2022. Hasil dari penelitian ditemukan 5 kelas fitoplankton yaitu Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Dyanophyceae, Peridinae, Dinophyceae dengan total 34 genus fitoplankton dengan 4 genus yang mendominasi yaitu *Astereonolepsis*, *Rhizosolenia*, *Chaetoceros* dan *Ceratium*. Kelimpahan fitoplankton tertinggi didapatkan pada transek 2 dengan rata-rata kelimpahan 660,5 sel/liter dan kelimpahan terendah pada transek 3 yaitu 459,6 sel/liter. Hasil uji regresi antara kelimpahan fitoplankton dan nilai pixel band 8, band 3 dan band 2 pada citra Sentinel-2 menghasilkan nilai r-square yaitu 0,495 dan didapatkan nilai korelasi yang positif antara nilai pixel band 8 dan nilai kelimpahan fitoplankton dengan nilai korelasi 0,529 yang berarti band 8 dapat digunakan untuk pendugaan kelimpahan fitoplankton pada sistem penginderaan jauh kelautan. Dari hasil uji-t paired dapat diketahui bahwa kelimpahan fitoplankton dari hasil pengolahan citra dan hasil analisis laboratorium realtif sama dengan nilai signifikan 0,999

Kata kunci : *Fitoplankton, Citra Sentinel-2, Band 8*

ABSTRACT

Siti Asmutianti Muhtar. L011181028. "Estimation of Phytoplankton Abundance Using Sentinel-2 Imagery In Langa Water Area – Jampue Pinrang Regency". Guided by **Muh.Anshar Amran** as a main Supervisor and **Muh.Hatta** as a member Supervisor.

Phytoplankton are autotrophic organisms that perform photosynthesis using chlorophyll in their body. Phytoplankton is one of the factors that can be determine the fertility of water. Estimation of phytoplankton abundance can be done with marine remote sensing systems using Sentinel-2 imagery. This study aims to estimate the abundance of phytoplankton using Sentinel-2 imagery in the Langa – Jampue water area of Pinrang Regency for Sentinel-2 image recording on February 28, 2022. This study was conducted on January – July 2022 by taking phytoplankton samples, conducting sample analysis in the laboratory and processing Sentinel-2 image data on February 28, 2022 recording. The results of the study found 5 classes of phytoplankton, namely Bacillariophyceae, Cyanophyceae, Dyanophyceae, Peridinae, Dinophyceae with a total of 34 phytoplankton genera and 4 dominating genera, namely *Astereonolepsis*, *Rhizosolenia*, *Chaetoceros* and *Ceratium*. The highest phytoplankton abundance was obtained in transect 2 with an average abundance of 660.5 cells/liter and the lowest abundance in transect 3 which was 459.6 cells/liter. The regression test results between phytoplankton abundance and pixel band values 8, band 3 and band 2 on Sentinel-2 images produced an r-square value of 0.495 and obtained a positive correlation value between the pixel band 8 value and the phytoplankton abundance value with a correlation value of 0.529 which means that band 8 can be used for estimating phytoplankton abundance in marine remote sensing systems. The result of paired t-test revealed that the abundance of phytoplankton based on the results of image processing and relative laboratory analysis was equal to significant value of 0.999

Keywords : *Phytoplankton, Sentinel-2 Imagery, Band 8*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah, segala puji Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan skripsi dengan judul “**Estimasi Kelimpahan Fitoplankton Menggunakan Citra Sentinel-2 Di Wilayah Perairan Langa – Jampue Kabupaten Pinrang**” dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, informasi, dan membawa kepada suatu kebaikan.

Penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar besarnya penulis sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi. Olehnya dengan penuh kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Kepada kedua orang tua tercinta Muhtar M, SmHk dan Asriana yang telah mendoakan kebaikan, kemudahan dan kelancaran. Serta memberikan dukungan semangat dan kasih sayang untuk penulis selama menyelesaikan perkuliahan
2. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc Stud selaku ketua Departemen Kelautan Universitas Hasanuddin
3. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Muhammad Anshar Amran, M.Si. selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, dukungan serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis sehingga terselesaikannya skripsi ini
4. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Ir. Muh. Hatta selaku pembimbing pendamping yang telah membantu, mengajarkan dan memberikan ilmu kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini
5. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M.Si. dan Bapak Dr. Muh. Banda Selamat, ST., M.Si. selaku penguji yang senantiasa memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Wasir Samad, S.Si., M.Si. selaku penasehat akademik yang senantiasa membimbing dan mengarahkan serta memberikan nasehat akademik kepada penulis hingga menyelesaikan studi
7. Kepada yang terhormat Bapak Prof. Dr. Ir. Chair Rani, M.Si. yang telah memberikan arahan kepada penulis selama melakukan analisis di Laboratorium Ekologi Laut
8. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang telah mengajar, memberikan pengetahuan, dan membantu dalam pengurusan administrasi selama penulis berkuliah

9. Seluruh pemerintah dan masyarakat Desa Langa dan Desa Jampue Kabupaten Pinrang yang telah memberikan izin penelitian kepada penulis
10. Kepada yang saya banggakan tim penelitian (Riska Natasya, Erwan Saputra, Muh. Asrul, Rahmatullah, Nur Inayah, Nur Ilah dan Issa) yang telah memberikan waktu serta tenaga untuk membantu penulis dalam pengambilan data
11. Kepada Damayanti Suci Ramadhani dan Aulia Rahma yang senantiasa membantu penulis selama melakukan analisis sampel di Laboratorium
12. Kepada teman-teman se Angkatan CORALS18 yang selalu kebersamai dan senantiasa memberikan motivasi kepada penulis
13. Kepada Tri Suci Ramadhani yang selalu membantu penulis dan memberikan dukungan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
14. Kepada seluruh Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan (KEMAJIK FIKP UNHAS)
15. Kepada seluruh pihak tanpa terkecuali yang namanya luput disebutkan satu per satu karena telah banyak memberikan bantuan selama penyusunan skripsi.

Semoga Allah SWT. selalu memberikan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari segi penulisan, sistematika penyusunan dan lainnya. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati penulis sangat terbuka dengan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini kedepannya. Besar harapan penulis skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Terima Kasih

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 14 September 2022

Penulis



Siti Asmutianti Muhtar

BIODATA PENULIS



Siti Asmutianti Muhtar, dilahirkan pada tanggal 23 April 2000 di Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan. Anak kedua dari 3 bersaudara, merupakan putri dari pasangan Muhtar M dan Asriana. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 23 Tanete pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan pendidikan pertama di SMP Negeri 1 Soppeng hingga lulus pada tahun 2015. Lalu melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Soppeng dan lulus pada tahun 2018. Pada bulan Agustus 2018 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui Seleksi Jalur SNMPTN.

Selama masa studi di Universitas Hasanuddin, penulis aktif menjadi asisten laboratorium pada mata kuliah Penginderaan Jauh Kelautan tahun ajaran 2020/2021 dan tahun ajaran 2021/2022, asisten mata kuliah Planktonologi Laut dan asisten mata kuliah Korologi. Penulis juga aktif di berbagai kegiatan kemahasiswaan sebagai anggota himpunan KEMA JIK FIKP-UH. Selain itu, Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Tematik di Soppeng, Kecamatan Lalabata, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan pada KKN Gelombang 106 pada tanggal 9 Juni sampai 14 Agustus 2021. Penulis juga melakukan praktik magang di Laboratorium Balai Besar Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan, Makassar pada tahun 2021

Adapun untuk memperoleh gelar sarjana kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Estimasi Kelimpahan Fitoplankton Menggunakan Citra Sentinel-2 Di Wilayah Perairan Langa – Jampue Kabupaten Pinrang” pada tahun 2022 yang dibimbing oleh Dr. Muhammad Anshar Amran, M.Si selaku pembimbing utama dan Dr. Ir. Muh.Hatta, M.Si selaku pembimbing pendamping

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vii
BIODATA PENULIS.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A. Fitoplankton.....	3
B. Kelimpahan Fitoplankton	4
C. Citra Sentinel-2.....	5
D. Pemetaan Kelimpahan Fitoplankton	7
III. METODOLOGI PENELITIAN	9
A. Waktu dan Tempat	9
B. Alat dan Bahan.....	10
C. Prosedur Penelitian	12
IV. HASIL	18
A. Struktur Komunitas Fitoplankton.....	18
B. Kelimpahan Fitoplankton	19
C. Pengolahan Citra.....	20
1. Koreksi Geometrik	20
2. Pemotongan Citra.....	20
3. Penentuan Nilai Pixel Terhadap Koordinat Setiap Titik Penelitian.....	21
D. Algoritma Estimasi Kelimpahan Fitoplankton Menggunakan Citra Sentinel 2 ..	21
E. Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dan Nilai Pixel Citra Sentinel 2	21
F. Uji-t Kelimpahan Fitoplankton dan Dugaan Kelimpahan Fitoplankton.....	22
G. Pola Distribusi Kelimpahan Fitoplankton	22
V. PEMBAHASAN	23

A. Struktur Komunitas Fitoplankton.....	23
B. Kelimpahan Fitoplankton	24
C. Pengolahan Citra.....	26
1. Koreksi Geometrik	26
2. Data Nilai Pixel Citra Sentinel-2.....	27
D. Algoritma Estimasi Kelimpahan Fitoplankton.....	27
E. Hubungan Nilai Pixel Citra Sentinel 2 dengan Kelimpahan Fitoplankton	28
F. Uji-t Kelimpahan Fitoplankton dan Dugaan Kelimpahan Fitoplankton.....	29
G. Pola Distribusi Kelimpahan Fitoplankton	29
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	32
A. Kesimpulan	32
B. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Karakteristik Spektrum Panjang Gelombang dan Resolusi Spasial Masing-Masing Citra Sentinel-2 (Rosyidy et al., 2019)	7
2. Alat yang digunakan di lapangan	10
3. Bahan yang digunakan di lapangan	10
4. Alat yang digunakan di laboratorium	11
5. Bahan yang digunakan di laboratorium	11
6. Alat yang digunakan dalam pengolahan data	11
7. Bahan yang digunakan dalam pengolahan data	12

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Lokasi Penelitian Perairan Jampue	9
2. Proporsi Kelas Fitoplankton di Perairan Langa-Jampue Kabupaten Pinrang	18
3. Grafik Proporsi Genus Fitoplankton yang Mendominasi Perairan Langa-Jampue Kabupaten Pinrang	19
4. Proporsi Kelimpahan Fitoplankton pada Setiap Titik Penelitian	19
5. Proporsi Rata-rata Kelimpahan Fitoplankton	20
6. Dugaan Kelimpahan Fitoplankton Menggunakan Citra Sentinel-2	21
7. Perbandingan Kelimpahan Fitoplankton dan Dugaan Kelimpahan Fitoplankton	22
8. Pola Distribusi Kelimpahan Fitoplankton	22

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data Kelimpahan Fitoplankton Pada Setiap Titik penelitian	38
2. Uji Normalitas.	39
3. Uji One Way Anova dan Tukey HSD	40
4. Hasil regresi dengan perubahan tanda band 4	42
5. Hasil regresi band 8, band 3, band 2 terhadap kelimpahan fitoplankton	45
6. Parameter Oseanografi	47
7. Dugaan Kelimpahan Fitoplankton	48
8. Data Nilai Pixel Citra Sentinel-2 Berdasarkan Koordinat di Lapangan	49
9 Uji T Paired antara kelimpahan fitoplankton dan dugaan kelimpahan fitoplankton	50
10. Dokumentasi Identifikasi Fitoplankton	51
11. Dokumentasi Dokumentasi Di Lapangan	52

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Plankton termasuk kedalam mikroorganisme yang tidak dapat dilihat oleh mata secara langsung tetapi hanya dapat dilihat menggunakan alat bantu mikroskop dan hidup di tersebar di perairan baik secara horizontal maupun vertikal dan hidup dengan cara melayang-melayang di perairan (Barokah et al., 2017). Plankton memiliki jenis yang disebut fitoplankton yang merupakan organisme mikroskopis yang mampu menghasilkan bahan makanannya sendiri dalam hidup mereka dan bersifat sebagai tumbuh-tumbuhan (Dadang, 2018). Fitoplankton dalam menghasilkan makanannya sendiri dapat mengubah bahan anorganik dan menghasilkan bahan organik melalui proses fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari. Fitoplankton dapat digunakan sebagai bioindikator suatu perairan yang dapat mengevaluasi kualitas dan kesuburan perairan berdasarkan dari kelimpahan fitoplankton yang berada pada perairan tersebut (Gurning et al., 2020)

Pada nutrien jenis nitrogen dan fosfor, fitoplankton berperan dalam mengontrol konsentrasi dari kedua jenis nutrien tersebut. Perubahan konsentrasi kedua nutrien tersebut dikarenakan adanya aktivitas fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton dimana fitoplankton akan membentuk bahan organik dengan bantuan nutrien, hal ini pun mengindikasikan bahwa perubahan konsentrasi dua jenis nutrien ini menyebabkan kelimpahan fitoplankton (Tambaru et al., 2020). Menurut Hidayat et al. (2013) proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton dengan adanya pigmen klorofil-a yang ada pada tubuh fitoplankton sehingga jumlah klorofil pada suatu perairan bergantung pada kelimpahan fitoplankton pada perairan tersebut untuk menentukan tinggi rendahnya produktivitas pada suatu perairan.

Pendugaan kelimpahan fitoplankton dapat dilakukan dengan penginderaan jauh dengan memanfaatkan saluran optik yang ada pada citra satelit (Oktaviani & Kusuma, 2017). Citra yang dapat digunakan yaitu citra Sentinel-2 yang memiliki resolusi spektral dan spasial yang tinggi sehingga dapat menghasilkan hasil estimasi kelimpahan fitoplankton yang baik. Kemampuan citra Sentinel-2 khususnya dari segi spektralnya dirasa mampu untuk menghasilkan hasil estimasi yang baik. Citra Sentinel-2 dapat digunakan dalam pemetaan kelimpahan klorofil-a dan dapat pula digunakan dalam pemetaan kelimpahan fitoplankton (Mandala et. al. 2020). Penginderaan berupa estimasi kelimpahan fitoplankton didasarkan pada penginderaan klorofil yang didasarkan pada kenyataan bahwa semua fitoplankton mengandung klorofil yaitu pigmen hijau yang ada pada tumbuhan. Klorofil pada tubuh fitoplankton

dapat memantulkan spektrum cahaya hijau yang dapat diindera oleh satelit, sehingga sebaran kelimpahan fitoplankton dapat terlihat dimana hal ini dapat menjadi indikator kesuburan perairan dikarenakan proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton dapat mengubah zat anorganik menjadi organik sehingga perairan tersebut menjadi subur. Penelitian terkait kelimpahan fitoplankton telah banyak dilakukan secara konvensional dan digambarkan dalam bentuk data namun sebaran kelimpahan fitoplankton perlu dilakukan dalam bentuk penginderaan jauh untuk mengetahui sebaran kelimpahan fitoplankton dalam cakupan yang sangat luas dengan bantuan satelit sehingga dapat menjadi hal mudah dalam mengetahui sebaran kelimpahan fitoplankton

Penelitian terkait estimasi kelimpahan fitoplankton berdasarkan citra Sentinel-2 dilakukan di perairan Langa - Jampue Kabupaten Pinrang. Perairan Langa - Jampue merupakan salah satu perairan yang sangat luas di Kabupaten Pinrang dan dapat menjadi salah satu sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar. Pendugaan kelimpahan fitoplankton dilakukan menggunakan sistem penginderaan jauh dengan menggunakan citra Sentinel-2 dikarenakan pengamatan dengan menggunakan satelit dapat dilakukan dalam cakupan wilayah yang sangat luas dalam waktu yang bersamaan sehingga dapat memberikan informasi kelimpahan fitoplankton yang baik.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengestimasi sebaran kelimpahan fitoplankton di perairan Langa - Jampue Kabupaten Pinrang menggunakan citra Sentinel-2. Kegunaan dari penelitian ini yaitu untuk memetakan kelimpahan fitoplankton dan memberikan informasi kepada masyarakat terkait kelimpahan fitoplankton yang dapat menjadi indikator kesuburan perairan di perairan Langa - Jampue Kabupaten Pinrang

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Fitoplankton

Fitoplankton merupakan organisme mikroskopik dengan ciri bersel tunggal dan memiliki bentuk bermacam-macam mulai dari bentuk filamen, berbentuk batang dan berbentuk rantai yang menempati bagian atas perairan laut terbuka dan lingkungan pantai. Fitoplankton sebagai kelompok organisme berukuran mikroskopis tidak bisa dilihat atau diamati dengan mata telanjang, melainkan dengan alat bantu khusus yaitu mikroskop, mulai dari mikroskop cahaya biasa sampai mikroskop elektron. Secara kasat mata, keberadaan fitoplankton dalam kolom air dapat disaksikan sebagai warna hijau. Namun untuk dapat melihat morfologi individual selnya harus dengan mikroskop (Japa et al., 2019). Fitoplankton disebut juga plankton nabati yang memiliki arti bahwa fitoplankton merupakan tumbuhan yang hidupnya mengapung atau melayang pada permukaan maupun kolom perairan dan pergerakannya sangat dipengaruhi oleh adanya arus di perairan (Barokah et al., 2017). Menurut Garno (2012) fitoplankton juga dapat didefinisikan sebagai salah satu organisme mikroskopik yang hidup dengan cara mengapung dan melayang di perairan dan memiliki suatu kemampuan bergerak yang sangat terbatas

Fitoplankton dapat dijadikan sebagai sumber dalam suatu analisis parameter lingkungan hal ini sesuai dengan pernyataan Gurning et al. (2020) yang mengungkapkan bahwa struktur komunitas dan pola distribusi fitoplankton sangat dipengaruhi oleh lingkungan mulai dari parameter fisika, parameter kimia seperti zat hara yang ada di perairan dan parameter biologi sehingga apabila terjadi perubahan pola distribusi dan struktur komunitas dalam habitat fitoplankton maka hal itu dapat disebabkan oleh terjadinya perubahan berbagai parameter dalam lingkungan. Dalam ekosistem fitoplankton berperan sebagai produsen primer yaitu fitoplankton mempunyai kemampuan dalam mengubah suatu zat anorganik menjadi zat organik dengan bantuan cahaya matahari dan klorofil yang dimiliki oleh fitoplankton (Nurcahyani et al., 2016). Ukuran fitoplankton sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat oleh mata telanjang dengan kisaran ukuran yaitu 2 – 200 μm , namun komunitas fitoplankton umumnya didominasi oleh jenis fitoplankton yang berukuran lebih kecil dari 10 μm (Garno, 2016).

B. Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton di perairan sangat bergantung pada sifat fisik dan kimiawi air. Air yang mengandung nutrisi sangat mempengaruhi keberadaan dan kelimpahan fitoplankton pada suatu perairan. Nutrien sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan fitoplankton di perairan, peningkatan konsentrasi nutrisi sangat berbanding lurus terhadap peningkatan jumlah fitoplankton di perairan. Semakin meningkat konsentrasi nutrisi pada badan air maka akan meningkatkan produktivitas perairan dan nutrisi yang larut dalam badan air akan langsung dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya sehingga jumlah fitoplankton meningkat serta meningkatkan kelimpahan fitoplankton di dalam perairan (Garno, 2016).

Pertumbuhan fitoplankton sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi yang ada pada suatu perairan, seperti ketersediaan nitrat dan fosfat yang ada di perairan tersebut. Nitrat dan fosfat digunakan sebagai unsur pembatas dalam pertumbuhan fitoplankton. Unsur pembatas yang dimaksudkan yaitu, apabila unsur-unsur nutrisi sangat banyak di perairan maka akan menyebabkan ledakan fitoplankton yang membuat kelimpahan fitoplankton menjadi tinggi dan begitu juga sebaliknya (Lusiana, 2021). Kelimpahan fitoplankton sangat dipengaruhi oleh musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Pada saat musim hujan, kelimpahan fitoplankton akan menjadi rendah dikarenakan akibat rendahnya intensitas cahaya matahari dan naiknya massa air yang membuat berkurangnya nutrisi yang ada di perairan. Sedangkan pada musim kemarau kelimpahan fitoplankton cenderung tinggi dikarenakan banyaknya nutrisi yang didukung oleh tingginya intensitas cahaya matahari (Lantang & Pakidi, 2015).

Kelimpahan suatu fitoplankton menjadi indikator dari suatu kesuburan perairan. Fitoplankton sangat berperan dalam proses perubahan zat-zat anorganik menjadi organik dengan melalui proses fotosintesis. Dalam proses perubahan zat anorganik menjadi organik, fitoplankton melakukan fotosintesis. Proses fotosintesis memerlukan klorofil, sehingga kandungan klorofil-a pada fitoplankton itu sendiri dapat dijadikan indikator tinggi rendahnya produktivitas suatu perairan. Kandungan pigmen fotosintesis (terutama klorofil-a) dalam air sampel menggambarkan biomassa fitoplankton dalam suatu perairan. Klorofil-a merupakan pigmen yang selalu ditemukan dalam fitoplankton serta semua organisme autotrof dan merupakan pigmen yang terlibat langsung (pigmen aktif) dalam proses fotosintesis. Jumlah klorofil-a pada setiap individu fitoplankton tergantung pada jenis fitoplankton, oleh karena itu komposisi jenis fitoplankton sangat berpengaruh terhadap kandungan klorofil-a di perairan (Hidayat et al., 2013).

C. Citra Sentinel-2

Penginderaan jauh adalah sebuah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi terkait objek, area serta suatu kejadian pada permukaan bumi. Secara garis besar Penginderaan Jauh merupakan sebuah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi mengenai objek, area atau kejadian. Penginderaan jauh secara sederhana merupakan teknik pengambilan objek dipermukaan bumi dari udara dengan memanfaatkan bantuan sensor dari sebuah citra. Perkembangan penginderaan jauh di masa modern ini sudah semakin pesat mulai dari bertambahnya citra baru dan gratis untuk diakses siapa saja hingga pemanfaatannya yang kian bervariasi untuk diaplikasikan atau dimanfaatkan di berbagai tema atau bidang. Terdapat juga citra penginderaan jauh yang mampu merekam dalam cakupan yang sangat luas dengan perolehan data yang maksimal, citra yang sangat bagus digunakan yaitu citra Sentinel-2 (Nurmalasari & Santosa, 2016).

Sentinel-2 merupakan satelit yang diluncurkan oleh kerjasama antara *The European Commission* dan *European Space Agency* di dalam program *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES). Sentinel-2 diluncurkan dengan tujuan untuk memantau kondisi permukaan bumi sehingga mampu memberikan informasi terkait kondisi terkini bumi dari angkasa yang dapat digunakan untuk aplikasi lingkungan dan keamanan Sentinel-2 dirancang dan dibuat untuk memastikan kelanjutan misi Landsat 5/7, SPOT-5, SPOT-Vegetation dan Envisat MERIS yang sebentar lagi akan berakhir masa operasinya. Misi dalam menyediakan citra satelit beresolusi spasial dan temporal yang tinggi sehingga pengguna masih dapat memperoleh data penginderaan permukaan bumi terbaru (Oktaviani & Kusuma, 2017).

Misi Sentinel-2 memastikan komitmen Eropa membantu dunia dalam kegiatan observasi bumi tetap berlanjut dengan menggunakan beberapa instrumen yang memiliki resolusi spasial dan spektral yang berbeda dengan resolusi temporal yang lebih cepat, serta area yang tercakup secara global. Keberadaan Sentinel-2 didesain secara khusus untuk membantu ilmuwan mempelajari dan memantau interaksi dan proses yang ada di bumi, menyiapkan strategi dalam menghadapi tantangan perubahan global yang sedang terjadi; serta mencapai tujuan pengembangan masyarakat. Selain itu dengan adanya satelit ini diharapkan ilmuwan mendapatkan harmonisasi data dan produk keilmuan yang baru untuk mengembangkan, dan mengintegrasikan pemantauan langsung dengan pemodelan untuk memahami perubahan lingkungan regional dan global, dan menemukan solusi bagaimana cara untuk mengantisipasi, dan mengelola perubahan iklim yang merusak. Sentinel-2 memanfaatkan teknologi dan pengalaman yang diperoleh di Eropa dan Amerika

Serikat untuk mendukung pasokan data operasional untuk layanan seperti manajemen resiko (banjir dan kebakaran hutan, penurunan dan tanah longsor), penggunaan/perubahan lahan, pemantauan hutan, keamanan pangan/ sistem peringatan dini, pengelolaan air dan perlindungan tanah, pemetaan perkotaan, bahaya alam, pemetaan terestrial untuk bantuan kemanusiaan dan pembangunan, serta pemantauan kondisi perairan darat dan laut (Oktaviani & Kusuma, 2017).

Citra Sentinel-2 merupakan citra yang dikembangkan dan diluncurkan sebagai bagian dari program *Copernicus European Space Agency* (ESA). Keunggulan dari citra Sentinel-2 dapat diakses secara gratis di situs resmi dan resolusi spektralnya yang menghasilkan multispectral dengan 13 saluran yang terdiri atas sensor tampak, inframerah dekat, dan inframerah gelombang pendek serta resolusi spasial dengan pengukuran 10 meter pada band merah, band biru, band hijau dan inframerah dekat (Nurmalasari & Santosa, 2016).

Satelit Sentinel-2 memiliki bobot yang sangat besar yaitu seberat 1,2 ton dan dirancang dengan lama beroperasi yaitu 7,25 tahun. Masa hidup satelit ini telah ditambahkan melalui baterai dan propelan hingga 12-15 tahun untuk beroperasi dalam mengedari bumi. Seluruh sistem satelit Sentinel-2 dikembangkan oleh konsorsium industri di bawah Astrium GmbH-Jerman. Pada citra Sentinel-2 terdapat 13 kanal yang memiliki karakteristik yang berbeda pada masing-masing kanal. Empat kanal dengan resolusi spasial 10 m memastikan kesesuaian dengan SPOT 4/5 dan memenuhi persyaratan pengguna untuk klasifikasi tutupan lahan. Resolusi spasial 20 m yang dimiliki oleh 6 kanal menjadi persyaratan untuk parameter pengolahan level 2 lainnya. Kanal dengan resolusi spasial 60 m dikhususkan untuk koreksi atmosfer dan penyaringan awan (443 nm untuk aerosol, 940 nm untuk uap air, dan 1375 untuk deteksi awan tipis). Resolusi sebesar 60 m dianggap cukup untuk menangkap variabilitas spasial parameter geofisika atmosfer (Oktaviani & Kusuma, 2017).

Citra yang dihasilkan oleh satelit Sentinel-2 memiliki resolusi spasial sebesar 10 meter untuk 4 band, 20 meter untuk 6 band, dan 3 band sisanya memiliki resolusi spasial sebesar 60 meter. Citra satelit Sentinel-2 juga memiliki 13 band multispektral, yang dibagi atas spektrum visible (*coastal aerosol*, merah, hijau), near infrared, and shortwave infrared. Karakteristik citra Sentinel-2 dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Rosyidy et al., 2019)

Tabel 1. Karakteristik Spektrum Panjang Gelombang dan Resolusi Spasial Masing-Masing Citra Sentinel-2 (Rosyidy et al., 2019)

Band	Spektrum	Panjang Gelombang	Resolusi Spasial
1	Coastal Aerosol	0.433-0.453	60
2	Blue	0.458-0.523	10
3	Green	0.543-0.578	10
4	Red	0.650-0.680	10
5	Vegetation Red Edge 1	0.698-0.713	20
6	Vegetation Red Edge 2	0.733-0.748	20
7	Vegetation Red Edge 3	0.765-0.785	20
8	NIR	0.785-0.900	10
8a	Vegetation Red Edge 4	0.855-0.875	20
9	Water Vapour	0.855-0.875	60
10	SWIR-Cyrus	1.365-1.385	60
11	SWIR1	1.565-1.655	20
12	SWIR2	2.100-2.280	20

D. Pemetaan Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton pada suatu perairan dapat terlihat dari produktivitas primer yang ada pada suatu perairan, biomassa suatu fitoplankton dapat dihitung dengan melakukan estimasi dengan memperkirakan konsentrasi klorofil-a di perairan. Berbagai metode dapat digunakan dalam mengestimasi kelimpahan fitoplankton, salah satu metode yang digunakan yaitu dengan menggunakan teknologi satelit penginderaan jauh. Penginderaan jauh telah digunakan sebagai alat penting dalam memperoleh informasi pengukuran perairan secara menyeluruh termasuk kelimpahan fitoplankton dengan memperkirakan konsentrasi klorofil-a (Ulfa et al., 2019).

Produktivitas perairan ditandai dengan tingkat kesuburan di suatu perairan, apabila produktivitas suatu perairan tinggi maka kelimpahan fitoplankton akan semakin meningkat. Dalam proses penyediaan makanan, fitoplankton melakukan fotosintesis, proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton memerlukan pigmen fotosintesis yaitu pigmen klorofil-a. Pigmen klorofil-a merupakan pigmen utama dari fitoplankton yang dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan fitoplankton di perairan. Teknologi penginderaan jauh dapat digunakan dalam memetakan distribusi klorofil-a dengan melakukan pemantauan lingkungan dan dapat dilakukan dengan citra (Sulistiyah, 2016).

Penginderaan klorofil-a didasarkan pada kenyataan bahwa semua fitoplankton mengandung klorofil, pigmen berwarna hijau yang ada pada setiap tumbuhan. Klorofil-a cenderung menyerap warna biru dan merah, dan memantulkan warna hijau. Penginderaan yang dilakukan dengan menggunakan klorofil didasarkan pada pigmen klorofil yang ada pada fitoplankton di perairan, pigmen warna hijau yang ada pada fitoplankton digunakan dalam proses fotosintesis. Spektrum cahaya yang dipantulkan oleh klorofil-a ini dapat diindera oleh sensor satelit. Hasil penginderaan dapat menunjukkan sebaran biomassa fitoplankton yang dijabarkan dalam satuan klorofil (mg/m^3). Konsentrasi klorofil-a dalam suatu perairan dapat dijadikan suatu indikator untuk menentukan tingkat kesuburan perairan. Konsentrasi klorofil-a sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor dan kondisi spasial. Di wilayah pesisir dan perairan pantai, konsentrasi klorofil-a lebih tinggi. Sedangkan di wilayah laut lepas konsentrasi menjadi rendah. Disamping itu, kondisi perairan laut yang terdapat di daerah tropis umumnya memiliki konsentrasi yang rendah. Faktor lain yang mempengaruhi konsentrasi klorofil-a yaitu kualitas dan kondisi perairan (Salinitas, dan Total Suspended Solid) (Taufik & Wiliyanto, 2016).

Pada tubuh fitoplankton terkandung zat hijau daun dikarenakan fitoplankton merupakan salah satu makhluk hidup yang bersifat autotrof, zat hijau daun ini digunakan dalam proses fotosintesis. Dalam melakukan fotosintesis fitoplankton mengubah zat anorganik menjadi organik, sebaran klorofil-a yang ada di perairan dapat dilihat menggunakan aplikasi penginderaan jauh (Gunawan et al., 2019).

Kelimpahan suatu fitoplankton dapat dipetakan dengan memetakan persebaran klorofil-a yang ada pada tubuh fitoplankton. Klorofil-a menyerap warna biru, merah dan memantulkan warna hijau, spektrum cahaya hijau yang dipantulkan oleh klorofil-a yang dipantulkan dapat diindera oleh sensor satelit. Hasil penginderaan dapat menunjukkan sebaran biomassa fitoplankton yang dijabarkan dalam satuan klorofil (mg/m^3). Keuntungan penggunaan satelit untuk penginderaan klorofil-a adalah pengamatan satelit dapat dilakukan dalam cakupan wilayah yang sangat luas dalam waktu yang bersamaan. Penginderaan jauh adalah salah satu cara yang dapat digunakan dalam pemetaan konsentrasi klorofil-a di perairan laut. Pengolahan citra satelit tentang variasi warna perairan (*ocean colour*) dilakukan sebagai implementasi adanya perbedaan kandungan organisme dalam perairan. Pigmen klorofil-a akan memantulkan gelombang elektromagnetik kanal berwarna hijau dan inframerah dekat, karena tidak menyerap radiasi gelombang elektromagnetik pada kanal tersebut (Irfandinata et al., 2018)