

**ESTIMASI BIOMASSA VEGETASI MANGROVE DI PULAU
SABANGKO KABUPATEN PANGKEP**

SKRIPSI

MUHAMMAD REZA RAMADANI

L11115316



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**ESTIMASI BIOMASSA VEGETASI MANGROVE DI PULAU
SABANGKO KABUPATEN PANGKEP**

**MUHAMMAD REZA RAMADANI
L11115316**

SKRIPSI

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



**PROGARAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

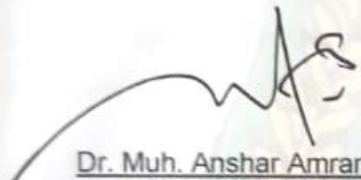
HALAMAN PENGESAHAN

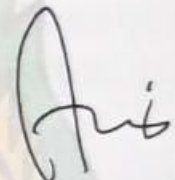
Judul Skripsi : Estimasi Biomassa Vegetasi Mangrove di Pulau Sabangko Kabupaten Pangkep
Nama Mahasiswa : Muhammad Reza Ramadani
Nomor Pokok : L111 15 316
Program Studi : Ilmu Kelautan

Skripsi ini telah diperiksa, disetujui dan diketahui oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,




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


Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si
NIP. 19750727 200112 1 003

Mengetahui oleh :


Dekan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,

Dr. Aisjah Farhum, M.Si
NIP. 19690605 199303 2 002


Ketua Program Studi Ilmu Kelautan

Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si
NIP. 19750727 200112 1 003

Tanggal Lulus : 28 Januari 2020

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Reza Ramadani
NIM : L111 15 316
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul : "Estimasi Biomassa Vegetasi Mangrove di Pulau Sabangko Kabupaten Pangkep" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah di ajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh oranglain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No.17, tahun 2007).

Makassar, 29 Januari 2020



Muhammad Reza Ramadani
L111 15 316

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Reza Ramadani

NIM : L111 15 316

ProgramStudi : 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 diikutkan.

Makassar, 29 Januari 2020

Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu Kelautan,



Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si
NIP. 19750727 200112 1 003

Penulis,

Muhammad Reza Ramadani
NIM : L111 15 018

ABSTRAK

Muhammad Reza Ramadani. L11115316. “Estimasi biomassa vegetasi mangrove di Pulau Sabangko Kabupaten Pangkep”, dibimbing oleh **Muhammad Anshar Amran** sebagai Pembimbing Utama dan **Ahmad Faizal** sebagai Pembimbing Pendamping.

Salah satu fungsi hutan mangrove adalah untuk menyimpan karbon dalam bentuk biomassa. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah total biomassa vegetasi mangrove di Pulau Sabangko Kabupaten Pangkep. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai November 2019. Metode penelitian yang digunakan adalah integrasi antara survei lapangan dengan pengolahan citra satelit Sentinel-2. Pengolahan citra satelit dengan menggunakan metode unsupervised, penentuan kerapatan dengan NDVI dan foto serta perhitungan biomassa dengan menggunakan persamaan allometrik. Hasil penelitian menunjukkan terdapat tujuh kelas mangrove, 5 jenis mangrove *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba* dan *Brugueira gymnorrhiza*, dengan total biomassa vegetasi 1332,46 ton/ha.

Kata kunci : *Mangrove, Citra Sentinel-2 , Biomassa vegetasi, Pulau Sabangko*

ABSTRACT

Muhammad Reza Ramadani. L11115316. "*Biomass Estimation of Mangrove Vegetation on Sabangko Island Pangkep Regency*", Supervised by **Muhammad Anshar Amran** (main supervisor) and **Ahmad Faizal** (co-supervisor)

*One of the main functions of mangrove forests is to store carbon in the form of biomass. This study aims to estimate the total amount of mangrove vegetation biomass at Sabangko Island, Pangkep Regency. The study was conducted from May to November 2019. The research method used was the integration of the field survey with the processing of Sentinel-2 satellite imageries. Image processing were used the unsupervised method, determining the density with NDVI and canopy photographs and estimates biomass using the allometric equation. The results showed that there were seven mangrove classes, five mangroves species; *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba* and *Brugueira gymnorhiza*, with total vegetation biomass of 1332.46 tons/ha.*

Keywords: *Mangrove, Sentinel-2 Imagery, Vegetation biomass, Sabangko Island*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Berkat rahmat dan hidayah-Nya penulisan skripsi dengan judul "Estimasi Biomassa Vegetasi Mangrove di Pulau Sabangko Kabupaten Pangkep". Dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana dari Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Dengan adanya penelitian ini, Penulis berharap dapat memberikan manfaat dan informasi bagi pembaca. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Maka dari itu, Penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Kepada semua pihak yang berperan pada kesempatan ini Penulis mengucapkan banyak terima kasih, semoga Allah SWT membalas segala budi baik para pihak yang telah berperan dalam membantu Penulis.

Penulis menyadari bahwa selama penelitian dan penyelesaian skripsi tidak lepas dari kontribusi berbagai pihak yang memberikan doa, arahan, bimbingan, kritik, saran dan dukungan. Olehnya itu, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orangtua tercinta, Ibunda Sukmawati dan Ayahanda Zainuddin, SE. Atas doa, kasih sayang yang begitu tulus dan dorongan semangat tanpa henti sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini dan saudari-saudari Penulis, Nopi dan Antis yang selalu mengingatkan dan menyemangati Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si., selaku Dosen Penasehat Akademik serta pembimbing pendamping skripsi yang selalu memberikan arahan, saran dan kritik selama masa studi hingga tahap penyelesaian studi.
3. Dr. Muh. Anshar Amran, M.Si., selaku pembimbing utama yang senantiasa memberikan arahan, ilmu, motivasi serta memberikan bimbingan mulai dari tahap penyusunan proposal penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Para dosen penguji, Prof. Dr. Amran Saru, ST., M.Si. dan Dr. Supriadi, ST., M.Si yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan semangat, masukan dan saran yang sifatnya membangun sebagai pelengkap dalam menjalankan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
5. Para dosen Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan.
6. Ibu Yusti dan Pak Odin selaku staf Departemen Ilmu Kelautan, Pak Yesi dan kak Asdir selaku staf Kasubag. Pendidikan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

yang telah banyak memberikan bantuan demi kelancaran dokumen-dokumen yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

7. Tim lapangan Penulis : Azwar, Opa, Virda, Dini, Yobo, dan Depi, yang rela membantu Penulis di lapangan.
8. Sobat-sobat Penulis : Rahmat, Adi, Tulang, Dien, Azwar, Patte, Aan, Djodi, Opa, Iqbal, Winda, Virda, Nisya, Nia, Dini, Yobo, Depi, lintwo, Mila, Najmia, Indkar, Dewi, Asmita, Ujifilm, Nanda, Chafajria, Ayuslvia, Ima, yang telah memberikan semangat, perhatian, dukungan, kerjasama, makanan dalam masa studi hingga penyelesaian tugas akhir.
9. Keluarga bule, Kak Josh, Kak Elise, Gabi, Kak Jess, Winda, Rifqah, dan Uli, yang selalu mendengar curhatan dan selalu menghibur penulis dikala suka maupun duka.
10. Rekan-rekan seperjuangan ATLANT'15
11. Seluruh teman teman kelompok belajar Kema Lab Indraja yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.
12. Tak terkecuali semua pihak yang telah membantu penulis dalam masa studi hingga penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis berusha yang terbaik untuk kesempurnaan skripsi ini. Namun, penulis hanyalah manusia biasa yang tak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang sifatnya membangun sangatlah diperlukan untuk memperbaiki kesalahan yang ada. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi Penulis maupun Pembaca dan bernilai ibadah. Amin Ya Rabbal Alamin.

Penulis

Muhammad Reza Ramadani

BIODATA PENULIS



Muhammad Reza Ramadani, anak pertama dari pasangan Zainuddin, SE dan Sukmawati, dilahirkan di Sengkang pada 6 Ferbruari 1996. Penulis mengawali Pendidikan di SDN Baroangin Pannampu pada tahun 2003-2004 dan SDN 77 Salotengnga pada tahun 2004-2009 kemudian melanjutkan Pendidikan ke tingkat sekolah menengah pertama di SMPN 6 Unggulan Sengkang pada tahun 2009-2012. Kemudian Penulis menempuh Pendidikan ke tingkat sekolah menengah atas di SMAN 1 Sengkang pada tahun 2012-2014. Pada tahun 2015 Penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama masa studi penulis tergabung dalam unit kegiatan mahasiswa yaitu paduan suara mahasiswa UNHAS pada tahun 2015-2016. Selain itu penulis juga Aktif menjadi asisten laboratorium beberapa matakuliah yaitu Ekologi Laut, Oseanografi Kimia, Penginderaan Jauh Kelautan, Pencemaran Laut, dan Sistem Informasi Geografis. Selain itu penulis pernah terlibat dalam kegiatan seminar yang dilaksanakan oleh Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan sebagai Panitia.

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Departemen Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin, penulis melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT PELINDO IV (Persero) selama 4 bulan (Januari - April 2019). Selain itu, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Reguler Di Kecamatan Tempe Kabupaten Wajo Gelombang 99 pada bulan Juli-Agustus 2018.

Untuk memperoleh gelar sarjana kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul "Estimasi Biomassa Vegetasi Mangrove di Pulau Sabangko Kabupaten Pengkep" pada tahun 2019 yang dibimbing oleh Dr. Muh. Anshar Amran, M.Si dan Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si selaku pembimbing pendamping.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	IV
PERNYATAAN AUTHORSHIP	V
ABSTRAK	VI
ABSTRACT	VII
KATA PENGANTAR	VIII
BIODATA PENULIS	X
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Hutan Mangrove dan Ekosistemnya	3
B. Sebaran jenis mangrove.....	3
C. Biomassa.....	4
D. Kondisi mangrove berdasarkan kerapatan dan tutupan kanopi	4
E. Hubungan kerapatan dan biomassa	5
F. Karakteristik Sentinel-2.....	5
G. Sentinel-2 dalam mengukur kerapatan	6
III. METODELOGI PENELITIAN	8
A. Waktu dan tempat	8
B. Alat dan Bahan	9
C. Prosedur Penelitian	9
1. Pra Pengolahan Citra	9
2. Pengolahan citra	10
3. Survey Lapangan	11
4. Analisis data.....	13
IV. HASIL	16
D. Pengolahan Citra Sentinel-2	16
1. Koreksi Atmosferik	16
2. Koreksi Geometrik.....	17
3. Pemotongan Citra	17
4. Masking citra	18
5. Klasifikasi unsupervised	18
6. NDVI	21
7. Komposisi Vegetasi.....	21
8. Karakteristik kelas-kelas mangrove	23

9. Keterkaitan Tutupan kanopi, kerapatan dan NDVI.....	23
V. PEMBAHASAN	25
A. Pengolahan citra.....	25
1. Koreksi atmosfer	25
2. Koreksi geometrik.....	25
3. Rezise band 11	26
4. Klasifikasi unsupervised	26
B. Survei lapangan	26
5. Komposisi vegetasi.....	26
6. Karakteristik kelas dan biomassa	27
VI. SIMPULAN DAN SARAN	30
A. Simpulan	30
B. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA	31

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Lokasi Penelitian.....	8
2. Kaidah pengambilan foto tutupan kanopi pohon mangrove	12
3. Kaidah Penentuan Lokasi DBH Pohon Mangrove	13
4. Bagan alir penelitian	15
5. Koreksi atmosferik	16
6. Nilai koreksi Geometrik (RMSe)	17
7. Pemotongan citra.....	18
8. Masking.....	18
9. Kalsifikasi Unsupervised (ISODATA)	19
10. Peta Klasifikasi Sebaran Mangrove	19
11. Peta Reklasifikasi Sebaran Mangrove	20
12. Nilai NDVI berdasarkan krtiteria kerapatan.....	21
13. Hubungan antara kerapatan dan NDVI.....	24
14. Hubungan antara tutupan kanopi dan NDVI	24
14. Hubungan antara kerapatan dan biomassa.....	24

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Kategori kerapatan mangrove menurut KepMen KLH No. 201 Tahun 2004	5
2. Karakteristik Sentinel - 2 (ESA, 2015 dalam Ramanda 2018).....	6
3. Persamaan allometrik untuk perhitungan biomassa mangrove.....	14
4. Berat jenis kayu spesies-spesies mangrove (Kauffman & Donato, 2012)	14
5. Nilai koreksi atmosferik.....	16
6. Nilai RMSe masing-masing titik.....	17
7. Nilai NDVI berdasarkan kelas-kelas mangrove	21
8. Komposisi vegetasi.....	22
9. Karakteristik kelas mangrove	23
10. Kriteria kerapatan mangrove	27

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Tabel biomassa kelas mangrove 1	35
2. Tabel biomassa kelas mangrove 2	36
3. Tabel biomassa kelas mangrove 3	37
4. Tabel biomassa kelas mangrove 4	39
5. Tabel Biomassa kelas mangrove 5.....	40
6. Tabel biomassa kelas mangrove 6	41
7. Tabel biomassa kelas mangrove 7	43
8. Tabel analisis data tutupan kanopi	44
9. Tabel jumlah pixel dan biomassa kelas mangrove.....	46
10. Foto kegiatan di lapangan.....	47

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hutan mangrove merupakan salah satu tipe hutan yang memiliki tingkat adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan seperti pasang surut air, salinitas, dan kondisi tekstur tanah (Hilmi dan Siregar, 2006). Hutan mangrove tumbuh pada wilayah intertidal disepanjang garis pantai tropis dan subtropis. Ekosistem mangrove memiliki fungsi ekologis yang penting bagi wilayah pesisir, selain fungsi ekologis mangrove juga sebagai salah satu tumbuhan yang berkontribusi dalam penyerapan dan penyimpanan karbon dalam upaya mengurangi resiko pemanasan global (Rachmawati *et al.*, 2014).

Pulau Sabangko merupakan pulau yang masuk dalam Desa Mattiro Bombang yang memiliki topografi datar dan landai dengan rata-rata ketinggian mencapai kurang dari 50 meter dengan luas wilayah 22 km². Di tengah-tengah Pulau Sabangko terdapat tambak seluas 89,22 hektar milik pendatang dan mempekerjakan penduduk setempat untuk memelihara tambak tersebut (Mita *et al.*, 2007). Peran mangrove menggunakan CO₂ dalam berfotosintesis merupakan hal yang alami mengurangi CO₂ yang ada di atmosfer yang disimpan dalam bentuk biomassa dan di dalam sedimen. Dari proses fotosintesis tumbuhan mangrove menyimpan biomassa yang merupakan suatu hasil akhir dari pertumbuhan pohon mangrove, besarnya biomassa dipengaruhi kemampuan suatu pohon untuk menyerap karbon dari lingkungan atau dengan istilah *sequestration* (Brown & Gaston, 1996).

Sebagai salah satu parameter *blue carbon*, mangrove berperan dalam memanfaatkan CO₂ untuk berfotosintesis kemudian menyimpannya dalam bentuk biomassa dan didalam sedimen (Ati *et al.*, 2014). Jumlah biomassa suatu kawasan atau hutan diperoleh dari produksi dan kerapatan biomassa tegakan yang diduga dari pengukuran diameter, tinggi dan berat jenis pohon (Darusman, 2006). Pulau Sabangko merupakan salah satu wilayah yang berkontribusi dalam penyerapan carbon di atmosfer dan disimpan dalam bentuk biomassa karena hutan mangrove yang cukup luas mengelilingi sepanjang pesisir pulau.

Perkembangan teknologi penginderaan jauh dapat digunakan sebagai alat bantu perhitungan dan pemantauan biomassa skala tutupan lahan, termasuk biomassa hutan. Pada citra digunakan indeks vegetasi sebagai parameter citra satelit dalam proses pendugaan biomassa yang akan menghasilkan informasi mengenai komposisi vegetasi dan luas lahan (Wahyuni, 2012).

Informasi tentang sebaran biomassa saat ini masih terbatas, dengan adanya ketersediaan model penduga berbasis penginderaan jauh maka akan membantu

mengestimasi biomassa skala tutupan lahan. Data biomassa mangrove diharapkan menjadi salah satu pertimbangan pengelolaan hutan dalam melaksanakan pengelolaan hutan lestari dikawasan pesisir. Pulau Sabangko merupakan salah satu pulau yang memiliki hutan mangrove mengelilingi sepanjang pesisir pulau, oleh karena itu sangat diperkirakan lokasi ini berkontribusi dalam parameter *blue carbon* yang disimpan dalam bentuk biomassa.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah biomassa mangrove di atas substrat pada hutan mangrove di Pulau Sabangko, Kabupaten Pangkep. Sedangkan kegunaan penelitian ini adalah sebagai sumber informasi pengelolaan hutan mangrove di Pulau Sabangko terkait dengan salah satu fungsinya sebagai penyimpan karbon dalam bentuk biomassa.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hutan Mangrove dan Ekosistemnya

Hutan mangrove sebagai hutan yang terutama tumbuh pada tanah lumpur alluvial di daerah pantai dan muara sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut, dan terdiri atas beberapa jenis pohon (Soekardjo, 1984). Selanjutnya dikatakan bahwa vegetasi mangrove secara khas memperlihatkan adanya pola zonasi hal tersebut berkaitan erat dengan tipe tanah (lumpur, pasir, atau gambut), keterbukaan terhadap hempasan gelombang, salinitas, serta pengaruh pasang surut.

Hutan mangrove biasa ditemukan disepanjang pantai daerah tropis dan subtropis, antara 32° lintang utara dan 38° lintang selatan. Hutan mangrove merupakan ekosistem yang kompleks terdiri atas flora dan fauna daerah pantai, hidup sekaligus di habitat daratan dan air laut, antara batas air pasang dan surut. Hutan mangrove tumbuh subur dan luas di daerah delta dan aliran sungai yang besar dengan muara sungai yang lebar (Forestian, 2011). Mangrove memiliki komunitas yang didominasi oleh beberapa jenis pohon yang khas atau semak yang mempunyai kemampuan untuk tumbuh dalam perairan. Sebagian besar jenis-jenis mangrove tumbuh dengan baik pada tanah berlumpur, terutama di daerah dimana endapan lumpur terakumulasi (Nybakken, 1992).

B. Sebaran jenis mangrove

Hutan mangrove di Indonesia menurut informasi dari Kementerian Kehutanan pada tahun 2007 memiliki luasan sekitar 7.758.410 ha dan memiliki sekitar 37 jenis mangrove. Dari sekian banyak jenis mangrove yang ada di Indonesia, jenis *avicennia* sp., *Rhizophora* sp., *Bruguiera* sp., dan *Sonneratia* sp. merupakan jenis yang paling banyak ditemui dan masuk dalam kelompok mangrove yang menangkap, menahan endapan, dan menstabilkan tanah habitatnya (Irwanto, 2008). Sulawesi Selatan memiliki hutan mangrove dengan luas 28.978 ha menyebar di daerah pesisir pantai dan pulau-pulau kecil (Direktorat Bina Rehabilitasi Hutan dan Lahan Kementerian Kehutanan, 2009 dalam Amri & Arifin 2012).

Tomlinson (1986) membagi flora mangrove menjadi tiga kelompok, yakni:

1. Flora mangrove mayor (flora mangrove sebenarnya), yakni flora yang menunjukkan kesetiaan terhadap habitat mangrove, berkemampuan membentuk tegakan murni dan secara dominan mencirikan struktur komunitas, secara morfologi mempunyai bentuk-bentuk adaptif khusus (bentuk akar dan viviparitas) terhadap lingkungan mangrove, dan mempunyai mekanisme fisiologis dalam mengontrol garam. Contohnya adalah

Avicennia, Rhizophora, Bruguiera, Ceriops, Kandelia, Sonneratia, Lumnitzera, Laguncularia dan *Nypa*.

2. Flora mangrove minor, yakni flora mangrove yang tidak mampu membentuk tegakan murni, sehingga secara morfologis tidak berperan dominan dalam struktur komunitas, contoh: *Excoecaria, Xylocarpus, Heritiera, Aegiceras, Aegialitis, Acrostichum, Campostemon, Scyphiphora, Pemphis, Osbornia* dan *Pelliciera*.

3. Asosiasi mangrove, contohnya adalah *Cerbera, Acanthus, Derris, Hibiscus, Calamus*, dan lain-lain.

C. Biomassa

Biomassa merupakan total bahan organik yang dihasilkan oleh suatu tumbuhan yang dinyatakan dalam satuan ton berat kering persatuan luas (Rianzani, *at all*, 2016). Secara umum biomassa adalah total kandungan material organik suatu organisme hidup pada tempat dan waktu tertentu. Biomassa pohon dapat dinyatakan dalam berat kering yang merupakan gabungan dari organ tanaman hidup yang berada di atas tanah (*total aboveground biomass*) yang komponen utamanya terdiri dari organ batang, cabang/ranting dan daun (Purwanto *et al.*, 2012).

Pengukuran biomassa pohon dapat dilakukan dengan berbagai cara, misalnya yang dilakukan oleh Brown *et al.* (1984) melalui pendekatan penghitungan volume pohon dan kepadatan kayunya (*wood density*) dan untuk mendapatkan total biomassa dalam satu pohon utuh perlu dikalikan dengan angka BEF (*Biomass Expansion Factor*). Pengukuran biomassa suatu pohon dapat dilakukan dengan metode pemanenan total (*total harvesting method*), artinya luasan tertentu. Selain itu biomassa pohon juga dapat dihitung dengan metode allometrik yaitu memanen beberapa sampel pohon dengan cara destruktif, ditimbang berat basah dan berat kering sampel masing-masing organ tanaman, selanjutnya dibuat persamaan yang menyatakan hubungan antara variabel bergantung (*dependent variable*) berupa biomassa total (Bt) dan variabel bebas (*independent variables*) dapat berupa diameter batang (D), tinggi pohon (H), kepadatan kayu (\bar{n}), atau gabungan antara variabel-variabel tersebut. Persamaan allometrik biomassa pohon hasilnya akan akurat apabila variabel bebasnya dinyatakan dalam formulasi volume pohon yang direpresentasikan dalam bentuk diameter batang kuadrat dan tinggi pohon ($D^2.H$) (Purwanto *et al.*, 2012).

D. Kondisi mangrove berdasarkan kerapatan dan tutupan kanopi

Kerapatan tegakan menunjukkan jumlah pohon yang ada dalam suatu luasan hutan (Mason 2000 dalam Kurniawan 2004). Kerapatan mangrove berkaitan erat dengan tutupan kanopi, semakin tinggi kerapatan mangrove, maka tutupan kanopi juga

semakin luas. Kerapatan pohon mangrove berdasarkan KepMen KLH No. 201 Tahun 2004, yakni:

Tabel 1. Kategori kerapatan mangrove menurut KepMen KLH No. 201 Tahun 2004

NO.	Kategori	Tutupan (%)	Kerapatan (ind/ha)
1	Sangat padat	>70	>1500
2	Sedang	>50 - <70	1000 - <1500
3	Jarang	<50	<1500

E. Hubungan kerapatan dan biomassa

Nilai biomassa selain dipengaruhi oleh kerapatan pohon juga dipengaruhi oleh besarnya diameter pohon, semakin besar diameter suatu pohon maka nilai biomasanya juga akan semakin besar. Pengaruh dari tingginya nilai diameter batang terhadap nilai biomassa suatu tegakan pohon sangat besar dibanding dengan kerapatan sejalan dengan pendapat Adinugroho (2006) bahwa terdapat hubungan erat antara dimensi pohon (diameter dan tinggi) dengan biomasanya terutama dengan diameter pohon. Seiring pertumbuhan suatu tegakan pohon maka akan menghasilkan nilai biomassa dan karbon tersimpan yang besar pula karena terjadi penyerapan CO₂ dari atmosfer melalui proses fotosintesis menghasilkan biomassa yang kemudian dialokasikan ke daun, ranting, batang dan akar yang mengakibatkan penambahan diameter serta tinggi pohon. Kerapatan mangrove merupakan faktor yang mempengaruhi besarnya biomassa yang dihasilkan oleh mangrove.

Berdasarkan hasil uji regresi-korelasi, perubahan kerapatan mangrove akan berpengaruh secara signifikan pada ekosistem mangrove dalam menyimpan karbon dan menyerap CO₂ dari atmosfer. Menurut, Kerapatan tegakan, komposisi dan struktur tegakan, serta kualitas tempat tumbuh mempengaruhi laju peningkatan biomassa karbon pohon (Prakoso *et al.*, 2017).

F. Karakteristik Sentinel-2

Sentinel-2 adalah salah satu satelit penginderaan jauh dengan sensor pasif buatan Eropa multispektal yang mempunyai 13 band, 4 band beresolusi 10 m, 6 band beresolusi 20 m, dan 3 band bereolusi spasial 60 m dengan area sapuan 290 km. Sentinel-2 yang memiliki resolusi spasial tinggi yang diluncurkan oleh Global Monitoring for Environment and Security (GMES) merupakan salah satu program yang diusung oleh European Commission (EC) dan European Space Agency (ESA). Program ini bertujuan untuk kemajuan pembangunan Eropa dalam penyediaan dan penggunaan informasi pemantauan lingkungan dan keamanan yang berbasis sistem ruang.

Citra Sentinel-2 memiliki resolusi spasial yang cukup tinggi dan cakupan spektrum yang luas merupakan langkah maju yang besar dibandingkan dengan multispektral lainnya. Tujuan dari Sentinel-2 untuk menyajikan data untuk kepentingan monitoring lahan, dan merupakan data dasar untuk penggunaan pada beragam aplikasi, mulai dari pertanian sampai kehutanan, dari monitoring lingkungan sampai dengan perencanaan perkotaan, deteksi perubahan tutupan lahan, penggunaan lahan, pemetaan risiko bencana serta beragam aplikasi lainnya (Kawamuna *et al.*, 2017).

Tabel 2. Karakteristik Sentinel - 2 (ESA, 2015 dalam Ramanda 2018)

Band Sentinel-2	Panjang Gelombang	Resolusi
Band 1 - Coastal aerosol	0,443	60
Band 2 – Blue	0,49	10
Band 3 – Green	0,56	10
Band 4 – Red	0,665	10
Band 5 - Vegetation Red edge	0,705	20
Band 6 - Vegetation Red edge	0,74	20
Band 7 - Vegetation Red edge	0,0783	20
Band 8 – NIR	0,842	10
Band 8A - Vegetation Red edge	0,865	20
Band 9 – Water Vapour	0,945	60
Band 10 – SWIR – Cirrus	1,375	60
Band 11 – SWIR	1,61	20
Band 12 – SWIR	2,19	20

G. Sentinel-2 dalam mengukur kerapatan

Penginderaan jauh merupakan sumber data penting untuk memperkirakan tutupan vegetasi pada wilayah yang luas. Penginderaan jauh dapat dimanfaatkan dalam pemantauan vegetasi mangrove yang didasarkan atas dua sifat penting yaitu mangrove mempunyai zat hijau daun (klorofil) dan mangrove tumbuh di daerah pesisir . Sifat optik klorofil sangat khas yaitu bahwa klorofil menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan kuat spektrum infra merah dekat. Identifikasi kerapatan vegetasi dapat dilakukan dengan cara interpretasi citra secara digital menggunakan indeks vegetasi. Indeks vegetasi merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menganalisa keadaan vegetasi dengan cara mengukur tingkat kehijauan (*greenness*) kanopi vegetasi, sifat komposit dari klorofil daun, luas daun, struktur dan tutupan kanopi

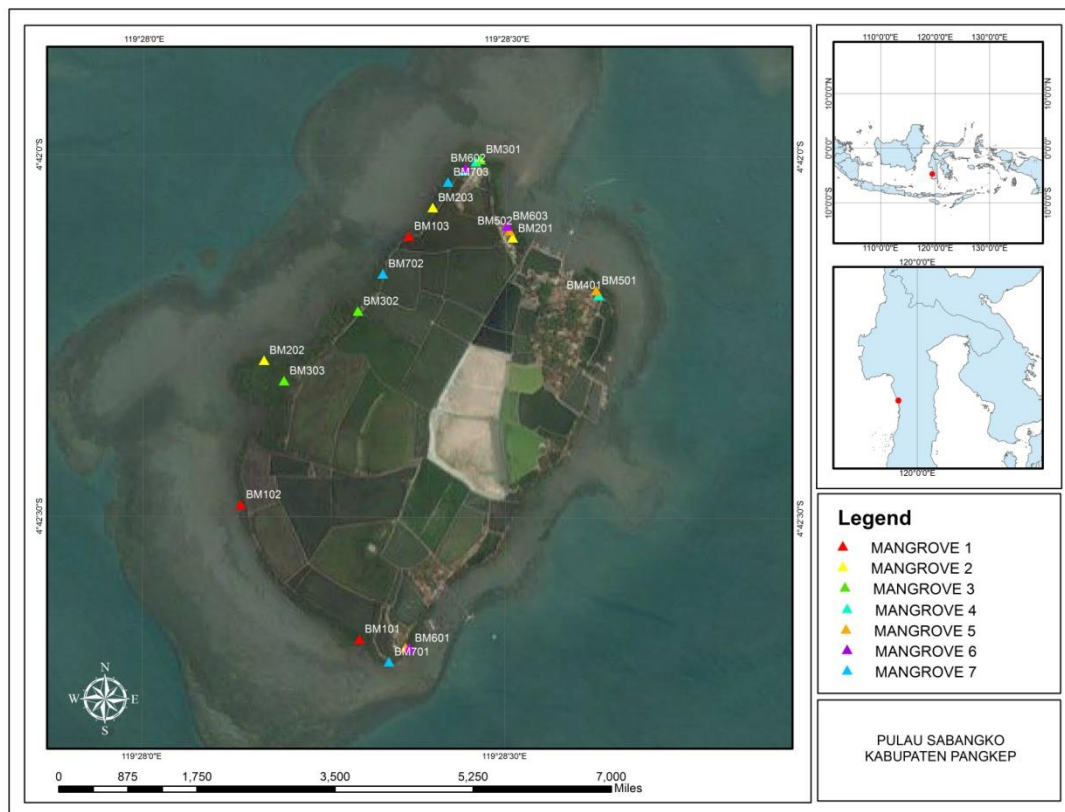
vegetasi di suatu wilayah. Indeks vegetasi yang biasa digunakan adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) (Lo, 1996 dalam Kawamuna *et al.*, 2017).

Prinsip dari NDVI adalah radiasi dari infra merah jauh diserap oleh klorofil hijau daun sehingga akan direfleksikan rendah, sedangkan radiasi dari sinar infra merah dekat akan kuat direfleksikan oleh struktur daun. Indeks ini mempunyai kisaran nilai dari -1,0 sampai 1,0. Hubungan nilai NDVI pada citra dengan nilai kerapatan jenis, sehingga jika nilai NDVI tinggi, maka nilai kerapatan tajuk juga semakin tinggi (Kawamuna, 2017).

III. METODELOGI PENELITIAN

A. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2019 yang meliputi studi literatur, pengambilan data lapangan, pengolahan data dan penyusunan laporan hasil penelitian. Pengambilan data lapangan dilaksanakan pada bulan Juni 2019 di Pulau Sabangko Kabupaten Pangkep.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pulau Sabangko merupakan pulau yang terletak di Desa Mattiro Bombang, Kecamatan Liukang Tuppabbiring yang terletak di kawasan Kepulauan Pangkep. Pulau Sabangko terletak antara 119°47'28" LS dan 4°71'22" BT. Luas daratan Pulau Sabangko adalah 99.8 hektar dan memiliki luas perairan 16.623,30 km². Pulau Sabangko memiliki tipe sedimen khas berupa pasir lumpuran, komunitas mangrove, dan penggunaan lahan berupa tambak budidaya ikan bandeng. Jumlah penduduknya sebanyak 185 orang dengan profesi masyarakat setempat yaitu sebagai nelayan. Pulau Sabangko dikelilingi dengan tumbuhan mangrove dengan ketebalan kurang dari 50 meter dan didominasi mangrove spesies *Rizophora apiculata* (Mita et al. 2007).

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan posisi/titik koordinat di lapangan, perahu sebagai alat transportasi menuju lokasi penelitian, kompas untuk menentukan arah transek garis, rol meter untuk membuat transek garis dan menentukan jarak antara plot transek, meteran kain digunakan untuk mengukur lingkaran batang pohon, tali untuk membuat transek kuadran 10 X 10 m, buku Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia (Rusila, *et al.*, 2012) untuk identifikasi tumbuhan mangrove, pensil dan *under water paper* digunakan untuk mencatat hasil pengukuran di lapangan, kamera untuk dokumentasi di lapangan dan laptop untuk proses pengolahan citra.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Citra Sentinel-2 dengan perekaman tanggal 2 oktober 2018, tile T50MQV dan Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 50.000.

C. Prosedur Penelitian

Beberapa tahap yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pra Pengolahan Citra

a. Koreksi atmosferik

Koreksi atmosferik digunakan untuk menekan efek gangguan atmosferik pada citra pada saat perekaman. Metode koreksi atmosfer yang digunakan adalah metode *dark pixels subtract*. Koreksi ini mampu menormalisasi *path radiance* pada citra yang direkam pada kondisi atmosfer yang berbeda. Koreksi ini mengasumsikan ada objek yang menyerap energi matahari dengan sempurna. Sehingga objek tersebut bernilai minimal yang berarti objek tersebut mempunyai pantulan paling rendah dalam suatu *scene* citra.

b. Perubahan resolusi spasial band 11

Band-band citra Sentinel-2 yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah band 4, 8, dan 11. Band 11 pada Citra Sentinel-2 resolusinya 20 meter sedangkan band 4 dan band 8 resolusinya 10 meter. Agar dapat digunakan bersama maka resolusinya perdisamakan. Aplikasi ENVI 5.1 untuk mengubah Resolusi band 11 menjadi 10 meter dengan cara *pixel split* menggunakan fasilitas *resize data*.

c. Registrasi citra

Memasukkan koordinat masing-masing pixel sesuai dengan koordinat peta. Sistem koordinat yang digunakan adalah koordinat UTM dan metodenya adalah transformasi koordinat polinom orde 1. Penyesuaian proyeksi dilakukan sesuai dengan sistem proyeksi UTM, dengan menggunakan titik kontrol medan (GCP, *Ground Control Point*) yang koordinatnya ditentukan dari lapangan dan peta RBI. Transformasi koordinat orde satu mensyaratkan minimal 3 titik kontrol GCP.

d. Pemotongan Citra

Proses ini bertujuan untuk memotong citra sesuai dengan batasan wilayah kajian penelitian sehingga analisis dapat lebih difokuskan pada wilayah tersebut. Pemotongan citra dilakukan agar daratan dan lautan lebih mudah dipisahkan. Setelah itu, data dilakukan *cropping image* untuk memfokuskan pengamatan hanya pada suatu daerah.

2. Pengolahan citra

a. Klasifikasi penutupan lahan

Klasifikasi dilakukan untuk memisahkan antara liputan mangrove dan non mangrove berdasarkan warna dan rona setiap pixel pada tampilan citra komposit. Citra komposit yang digunakan yaitu band 8, 11, dan 4. Selanjutnya melakukan pengklasifikasian dengan metode *multispectral maximum likelihood*. Hasil klasifikasi digunakan untuk mendapatkan penutupan lahan.

b. Pemisahan mangrove dan non-mangrove

Metode yang digunakan dalam pemisahan mangrove dan non-mangrove adalah metode masking. Metode tersebut dapat memisahkan daerah wilayah kajian dengan wilayah yang tidak termasuk kajian pengamatan. Wilayah kajian yang dimaksud adalah wilayah vegetasi mangrove yang akan dihitung biomassanya sehingga wilayah non mangrove nilai pikselnya diubah menjadi nol (0) agar proses klasifikasi tidak mempengaruhi nilai objek yang menjadi wilayah kajian.

c. Klasifikasi *Unsupervised*

Klasifikasi *unsupervised* merupakan metode untuk melakukan pengelompokan nilai-nilai pixel suatu citra kedalam kelas-kelas spektral dengan menggunakan algoritma klusterisasi. Metode ini tidak memerlukan training sampel, sehingga proses klasifikasi dilakukan berdasarkan jumlah kelas yang diminta. Metode yang digunakan adalah

ISODATA (*Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique*), yaitu mengklasifikasi nilai piksel berdasarkan nilai rata-rata (*means*) menjadi klaster-klaster tertentu, piksel yang tidak terkelas dalam nilai rata-rata tertentu akan dikelaskan kembali secara iteratif berdasarkan analisis nilai piksel minimum. Parameter utama dalam klasifikasi *unsupervised* ISODATA adalah *threshold* dan iterasi.

d. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

Normalized Difference Vegetation Index atau NDVI. Metode NDVI merupakan salah satu penajaman spektral yang berfungsi untuk membedakan vegetasi dengan non vegetasi dengan cara kombinasi matematis antara band merah dan band inframerah pada citra untuk mengidentifikasi keberadaan dan kondisi vegetasi. Nilai NDVI mempunyai rentang antara -1 (minus) hingga 1 (positif). Nilai yang mewakili vegetasi berada pada rentang 0,1 hingga 1,7 jika nilai NDVI di atas nilai ini menunjukkan tingkat kesehatan dan tutupan vegetasi yang lebih baik (Putra, 2011).

Nilai NDVI diperoleh dengan perhitungan Near Infrared dengan Red yang dipantulkan oleh tumbuhan. Nilai NDVI diperoleh dengan membandingkan data *Near Infrared* dan *Red* (Waas, 2010) dengan formula sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Dimana :

NDVI : *Normalized Difference Vegetation Index*

NIR : *Near Infra Red*

e. Penentuan Stasiun

Penentuan stasiun yang digunakan adalah *purposive sampling* berdasarkan hasil klasifikasi *unsupervised* yang menunjukkan perbedaan kelas mangrove berdasarkan komposisi jenis dan kerapatan. Kelas – kelas yang telah dianalisa berdasarkan citra dibagi menjadi 3 plot tiap kelas pengamatan. Ukuran plot disesuaikan dengan resolusi spasial citra Sentinel-2 yaitu 10 m x 10 m.

3. Survey Lapangan

a. Menghitung komposisi jenis

Mengidentifikasi jenis-jenis mangrove yang tumbuh didalam plot pengamatan selanjutnya menghitung jumlah pohon masing-masing jenis. Identifikasi jenis mangrove dilakukan dengan cara mengamati bentuk batang, daun, akar, bunga dan buah, sesuai dengan rujukan buku Pengenalan Mangrove Indonesia.

b. Presentase tutupan kanopi

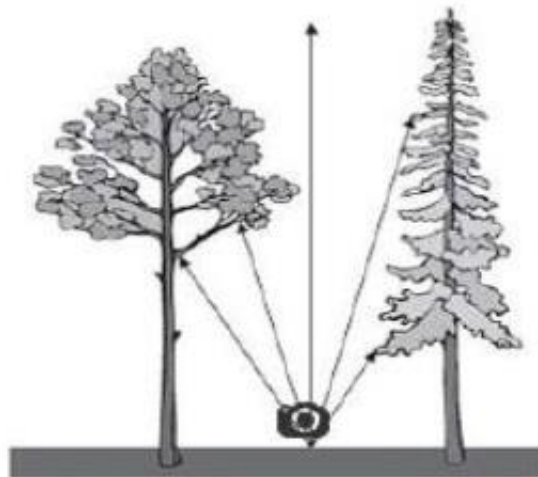
Metode yang digunakan dalam menentukan presentase tutupan kanopi adalah metode *hemispherical photography* adalah teknik pengambilan tutupan kanopi menggunakan kamera dengan titik pengambilan gambar ditempatkan pada pusat plot pengamatan. Posisi pengambilan gambar sejajar dengan tinggi dada serta posisi kamera menghadap lurus ke langit. Kemudian hindari pengambilan foto dekat atau pada samping pohon. Setelah mengetahui tutupan kanopi maka dapat dirumuskan hubungan antara biomassa dengan tutupan kanopi (Lestariningsih *et al.* 2018)

Analisis dilakukan dengan memisahkan pixel langit dan pixel tutupan vegetasi dengan menggunakan perangkat lunak ImageJ, sehingga persentase jumlah pixel tutupan vegetasi mangrove dapat dihitung dalam analisis gambar biner. Hasil pengolahan gambar selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus (Dharmawan dan Pramudji, 2014) :

$$\%T = P255/\Sigma P \times 100\%$$

Dimana :

- %T = Persen tutupan vegetasi,
- P255 = Jumlah pixel tutupan vegetasi,
- ΣP = Jumlah keseluruhan pixel

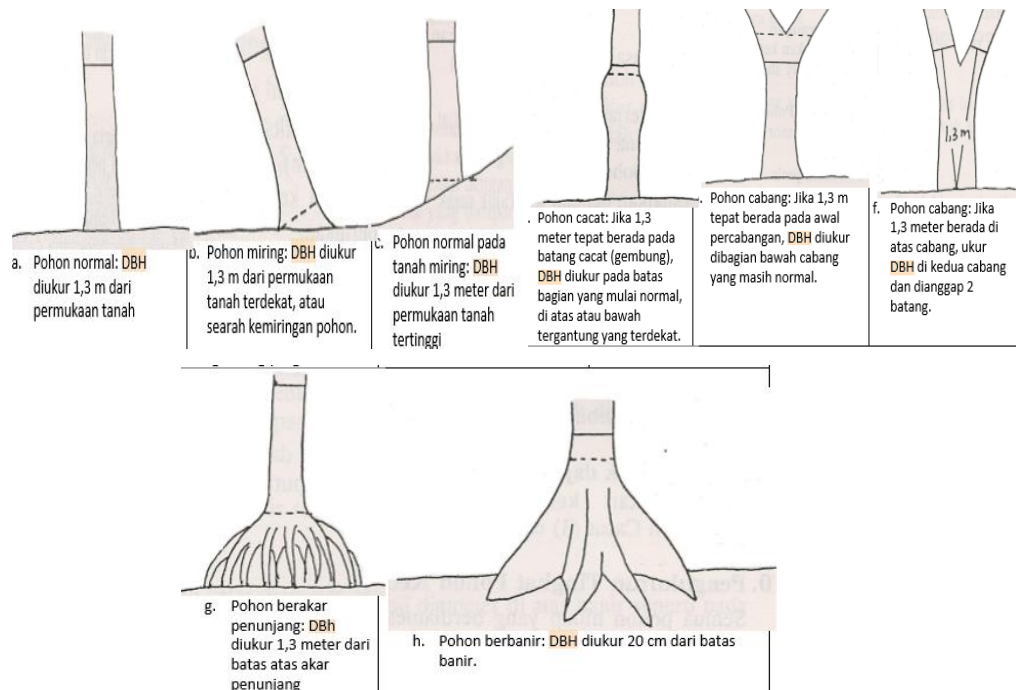


Gambar 2. Kaidah pengambilan foto tutupan kanopi pohon mangrove

c. Menghitung Diameter

Pengukuran *diameter at breast high* (DBH) diterapkan pada ketinggian tetap yaitu 1,3 m atau untuk pohon yang tidak normal, pengukuran dilakukan pada tempat yang

ditentukan seperti pada (Gambar 3), mengidentifikasi jenis pohon, dan menghitung jumlah pohon dalam setiap plot pengukuran.



Gambar 3. Kaidah Penentuan Lokasi DBH Pohon Mangrove (Manuri et al., 2011)

4. Analisis data

a. Pengolahan citra

Reklasifikasi citra berdasarkan komposisi jenis mangrove yang diperoleh dari survei lapangan. Kegiatan ini mengidentifikasi ketepatan titik plot yang telah diambil kemudian disesuaikan pada citra.

b. Kerapatan

Kerapatan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$K = \frac{\text{Jumlah tegakan}}{\text{luas plot (m}^2\text{)}}$$

c. Komposisi jenis

$$\% \text{Komposisi} = \frac{\text{Jumlah Jenis (i)}}{\text{Jumlah jenis}}$$

d. Perhitungan biomassa pohon

Perhitungan biomassa dilakukan setelah mengetahui luas daerah mangrove dari hasil klasifikasi *unsupervised* menggunakan metode ISODATA, selanjutnya penentuan biomassa mangrove menggunakan data lapangan dengan mengukur lingkaran batang pohon dan diperoleh diameter pohon kemudian dimasukkan dalam persamaan

allometrik untuk setiap jenisnya sehingga diperoleh biomassa plot. Kemudian biomassa plot dirata-ratakan dan dikalikan dengan luas masing-masing kelas menjadi biomassa kelas, dan biomassa mangrove keseluruhan atau total biomassa vegetasi mangrove diperoleh dengan menjumlahkan biomassa masing-masing kelas vegetasi mangrove.

Tabel 3. Persamaan allometrik untuk perhitungan biomassa mangrove

Jenis	Persamaan	Sumber
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	$B = 0.0754 (D)^{2.505} \cdot \rho$	Kauffman & Donato, 2012
<i>Rhizophora apiculata</i>	$B = 0.043 (D)^{2.63}$	Amira, 2008
<i>Rhizophora mucronata</i>	$B = 0.128 (D)^{2.60}$	Fromard et al. 1998
<i>Sonneratia alba</i>	$B = 0.3841 (D)^{2.101} \cdot \rho$	Kauffman & Donato, 2012
<i>Rhizophora stylosa</i>	$B = 0.047 (D)^{2.9}$	Kauffman & Donato, 2012

Dimana :

B: Biomassa

D: Diameter Pohon

ρ : Berat Jenis Kayu (g/m^3)

Tabel 4. Berat jenis kayu spesies-spesies mangrove (Kauffman & Donato, 2012)

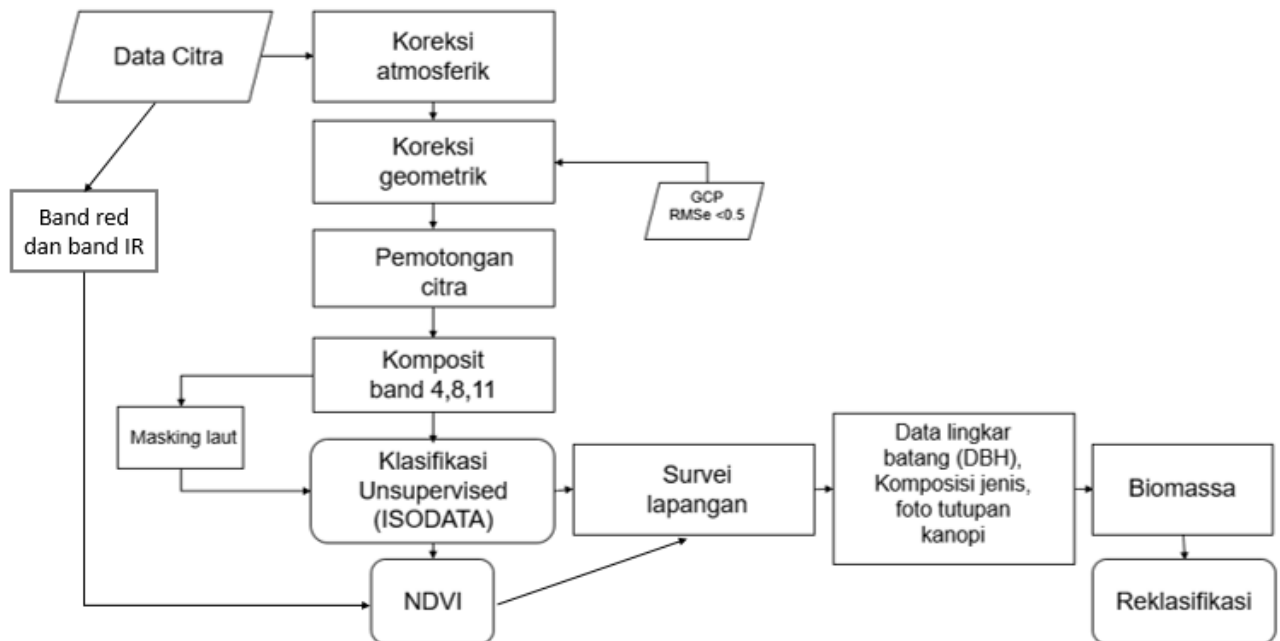
Jenis	Berat Jenis Kayu (g/m^3)
<i>Bruguiera gymnorrhiza</i>	0,9600
<i>Rhizophora apiculata</i>	0,8814
<i>Rhizophora mucronata</i>	0,9400
<i>Sonneratia alba</i>	0,6442

e. Uji statistik

Uji statistik digunakan untuk melihat hubungan antara kerapatan tutupan kanopi serta biomassa dengan karakteristik spektral (NDVI). Metode ini menggunakan software excel untuk mendapatkan nilai koefisien korelasi (r). Koefisien ini menunjukkan kekuatan hubungan linier antara variabel bebas dan tak bebas. Jika nilai koefisien mendekati satu ($r=1$), artinya hubungan antara dua variabel itu kuat. Jika nilai koefisien $R < 0.4$ menunjukkan hubungan yang lemah.

f. Bagan alir

Berdasarkan metode yang digunakan berikut bagan alir penelitian ini:



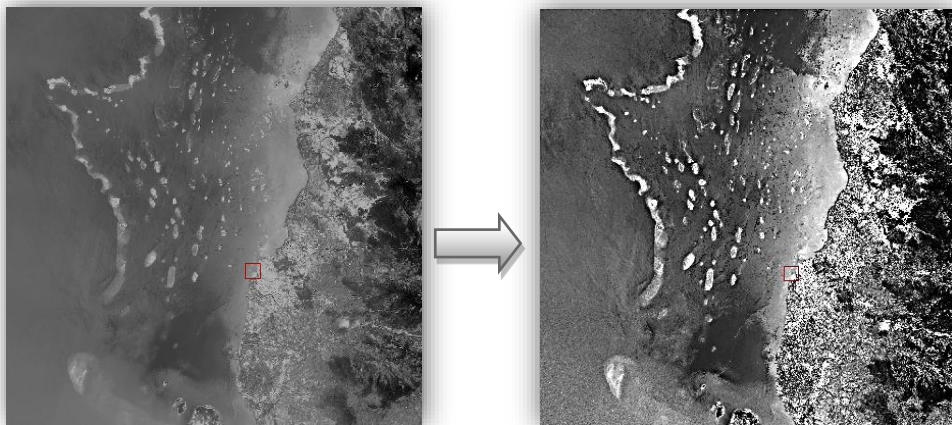
Gambar 4. Bagan alir penelitian

IV. HASIL

D. Pengolahan Citra Sentinel-2

Penelitian ini menggunakan citra satelit sentinel-2 dengan tanggal perekaman 2 oktober 2018, tile T50MQV. Citra Sentinel-2 memiliki 13 band, yang diolah pada penelitian ini hanya band 2 (*blue*), band 3 (*green*), band 4 (*red*), band 8 (*NIR*), dan band 11 (*SWIR*) dengan resolusi spasial masing-masing band adalah 10 meter. Proses pengolahan citra sentinel-2 adalah sebagai berikut:

1. Koreksi Atmosferik



Gambar 5. Koreksi atmosferik

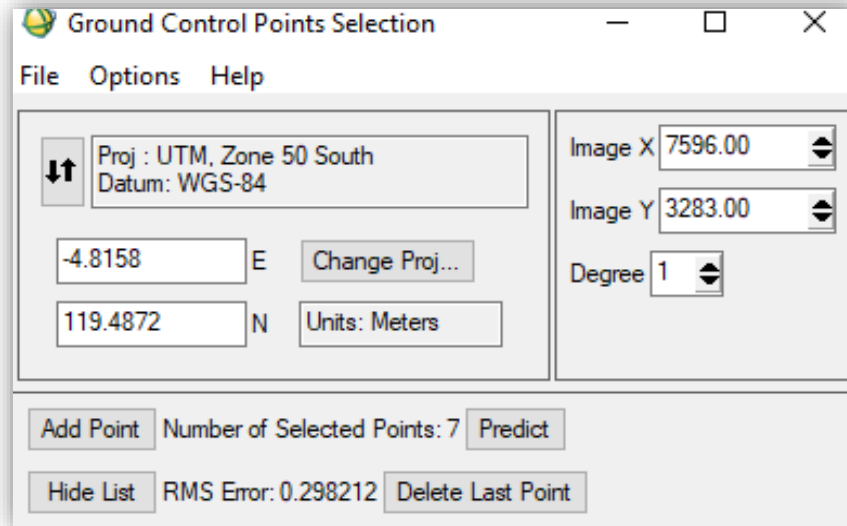
Koreksi atmosferik dilakukan untuk menghilangkan kesalahan radiansi yang terekam pada citra sebagai akibat dari hamburan atmosfer (*path radiance*). Koreksi atmosferik mengasumsikan ada objek yang menyerap energi matahari dengan sempurna, sehingga objek tersebut bernilai minimal dan objek tersebut memiliki pantulan paling rendah dalam *scene* citra. Berikut nilai reflektansi citra area fokus penelitian yang digunakan dalam proses koreksi atmosferik dengan metode *dark pixels subtraction*

Tabel 5. Nilai koreksi atmosferik

Band	Nilai Koreksi Atmosferik
Band 2	658
Band 3	438
Band 4	253
Band 8	196
Band 11	70

2. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan dengan membuat ground control point (GCP) dari citra sentinel-2 dengan membuat 7 titik sehingga diperoleh nilai *root mean square error* (RMSe) senilai 0.298212 (Gambar 5).



Gambar 6. Nilai koreksi Geometrik (RMSe)

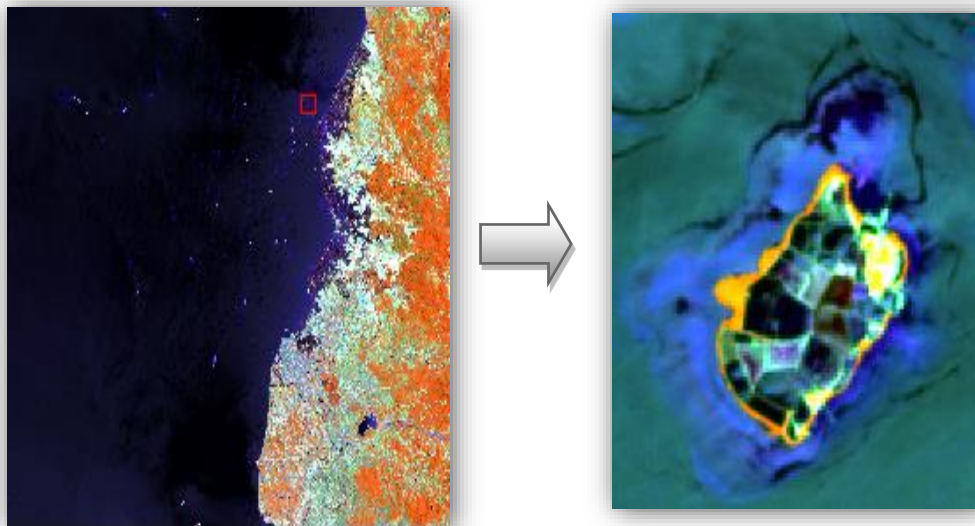
Dari metode registrasi map pada pengolahan citra berikut nilai RMSe masing-masing titik (Tabel 6).

Tabel 6. Nilai RMSe masing-masing titik

Titik	Map X	Map Y	RMS
1	119.35	-5.32	0.2611
2	119.39	-5.17	0.1841
3	119.46	-5.06	0.5079
4	119.56	-5.07	0.1617
5	119.49	-4.77	0.2868
6	119.48	-4.82	0.2883
7	119.38	-5.21	0.3977

3. Pemotongan Citra

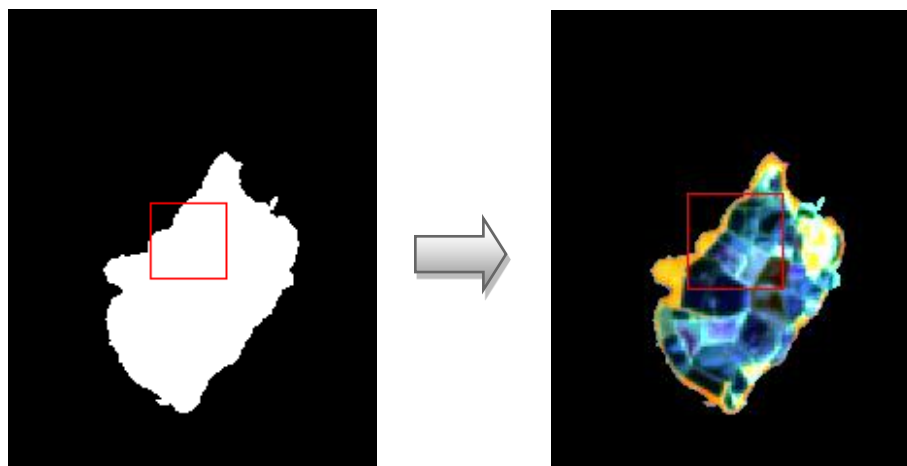
Pemotongan citra dilakukan untuk mendapat area fokus penelitian sehingga diperoleh ukuran dan kapasitas citra yang lebih kecil dibandingkan ukuran citra pada saat pengunduhan. Pemotongan citra ini dilakukan untuk semua band menggunakan *tools roi tool*. Luas sebelum pemotongan yaitu 12064,83 km² dan setelah pemotongan citra yaitu 4.77 km².



Gambar 7. Pemotongan citra

4. Masking citra

Masking citra (Gambar 7) dilakukan untuk memisahkan antara laut dan daratan pada citra. Dalam hal ini yang bukan merupakan daerah penelitian dijadikan nol (daerah laut) agar tidak berpengaruh terhadap lokasi penelitian (daerah dangkal). Metode ini menggunakan *tools masking* dengan mentraining area yang ingin dijadikan nol. Tools ROI yang digunakan mentraining area sebagai masker dilihat dari rona atau warna citra yang ditampilkan citra komposit band 8 (*NIR*), band 4 (*red*), band 11 (*SWIR*) yang menampilkan batas antara daratan dan laut (Gambar 6).

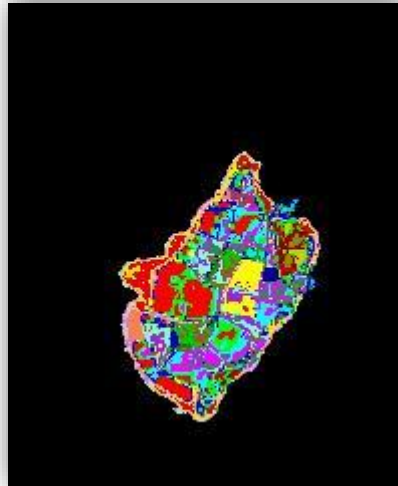


Gambar 8. Masking

5. Klasifikasi unsupervised

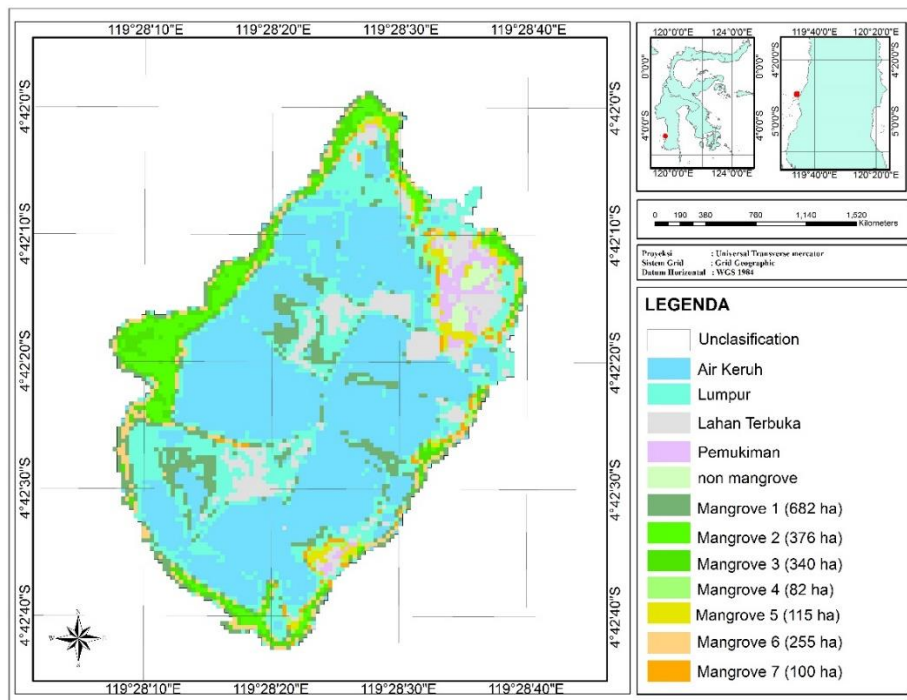
Klasifikasi unsupervised dilakukan untuk membagi kelompok atau kelas berdasarkan kriteria yang ditentukan tanpa melakukan *training area* dengan menggunakan metode ISODATA untuk menghasilkan klasifikasi secara iterasi. Kriteria

yang diminta pada proses klasifikasi yaitu sebanyak 30 kelas. Berikut hasil klasifikasi menggunakan metode ISODATA:

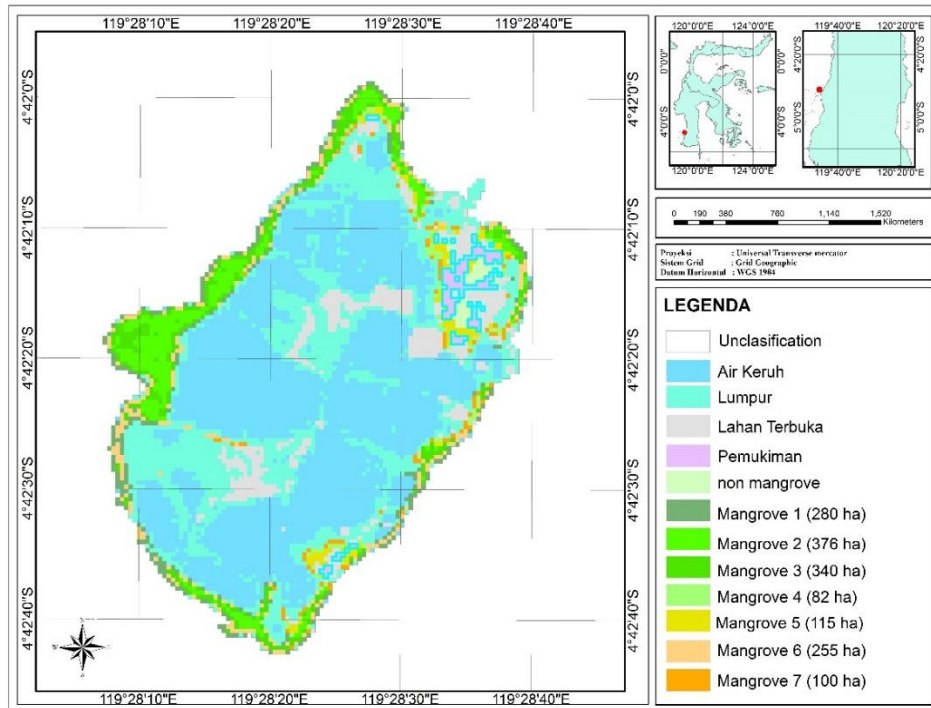


Gambar 9. Kalsifikasi Unsupervised (ISODATA)

Hasil klasifikasi (Gambar 8) menunjukkan ada 30 kelas spektral yang diperoleh dari sistem komputer secara otomatis dari semua pixel citra dalam bentuk kelas penutupan lahan atau vegetasi. Setelah itu dilakukan penggabungan beberapa kelas yang dianggap sama dengan metode *combine class* dengan merujuk pada citra komposit 4,3,2 sebagai warna sebenarnya karena tampilan rona objek pada komposit tersebut asli sesuai dengan tampilan warna permukaan bumi dan komposit 8,11,4 sebagai pembanding dengan tampilan rona objek vegetasi menjadi warna orange, sehingga digunakan untuk mengidentifikasi vegetasi mangrove (Gambar 7).



Gambar 10. Peta Klasifikasi Sebaran Mangrove



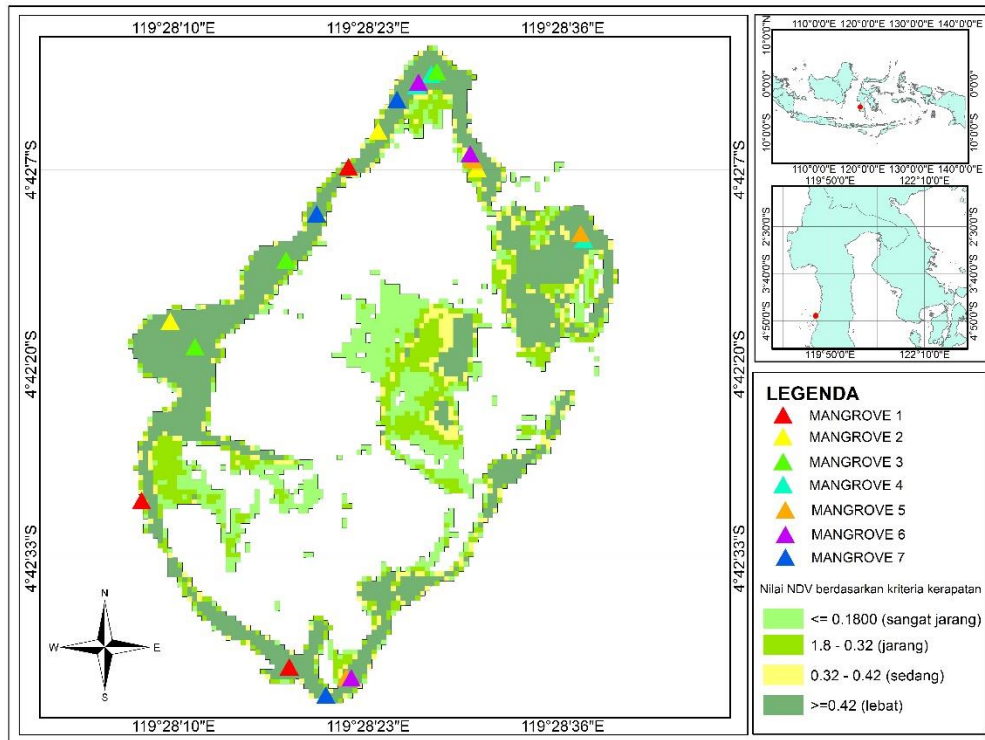
Gambar 11. Peta Reklasifikasi Sebaran Mangrove

Pada peta (Gambar 9) diperoleh klasifikasi sebanyak 13 kelas yang berarti terdapat 13 jenis warna dan rona berbeda pada pixel yang ditampilkan oleh citra. Sehingga diperoleh 7 kelas mangrove yang berbeda. Berikut kelas yang diidentifikasi pada hasil klasifikasi unsupervised:

1. Laut
2. Air keruh
3. Lumpur
4. Lahan terbuka
5. Pemukiman
6. Vegetasi lain
7. Mangrove-1
8. Mangrove-2
9. Mangrove-3
10. Mangrove-4
11. Mangrove-5
12. Mangrove-6
13. Mangrove-7

Berdasarkan hasil klasifikasi *unsupervised* metode ISODATA dapat diketahui luas lahan pada masing-masing kelas dengan melihat nilai pixel pada tiap kelas-kelas mangrove tersebut.

6. NDVI



Gambar 12. Nilai NDVI berdasarkan kriteria kerapatan

NDVI berdasarkan kriteria kerapatan yang mengacu pada kisaran nilai NDVI yang telah ditetapkan oleh Dewanti *et al.* (1999) yaitu kerapatan sangat jarang jika nilai NDVI ≤ 0.18 , jarang jika nilai NDVI 0.18 sampai 0.32, sedang jika nilai NDVI 0.32 sampai 0.42, dan lebat jika nilai NDVI ≥ 0.42 .

Tabel 7. Nilai NDVI berdasarkan kelas-kelas mangrove

No	Stasiun	Nilai NDVI
1	Mangrove 1	0.63
2	Mangrove 2	0.75
3	Mangrove 3	0.76
4	Mangrove 4	0.58
5	Mangrove 5	0.71
6	Mangrove 6	0.58
7	Mangrove 7	0.37

7. Komposisi Vegetasi

Berdasarkan hasil survei lapangan diperoleh 5 jenis mangrove yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba*, dan *Brugueira gymnorhiza* (Tabel 8).

Tabel 8. Komposisi vegetasi

Stasiun	Plot	Jenis	Jumlah Tegakan Mangrove (individu)	Total	Tutupan Kanopi (%)	Kerapatan (Ind/100m)
Mangrove1	101	<i>Rhizophora mucronata</i>	15	31	88.47	15
	102	<i>Sonneratia alba</i>	1		68.73	3
		<i>Rhizophora apiculata</i>	2		82.99	13
103	<i>Rhizophora stylosa</i>	1				
	<i>Rhizophora apiculata</i>	12				
Mangrove2	201	<i>Rhizophora apiculata</i>	9	35	87.44	9
	202	<i>Rhizophora mucronata</i>	14		70.35	14
	203	<i>Sonneratia alba</i>	2		79.10	12
		<i>Rhizophora mucronata</i>	10			
Mangrove3	301	<i>Rhizophora mucronata</i>	18	53	83.15	18
	302	<i>Rhizophora mucronata</i>	12		91.08	12
	303	<i>Rhizophora mucronata</i>	23		86.02	23
Mangrove4	401	<i>Rhizophora apiculata</i>	1	16	68.30	6
		<i>Rhizophora mucronata</i>	5			
	402	<i>Rhizophora mucronata</i>	2		61.79	3
		<i>Rhizophora stylosa</i>	1			
	403	<i>Rhizophora stylosa</i>	2		81.03	7
<i>Rhizophora apiculata</i>		5				
Mangrove5	501	<i>Rhizophora apiculata</i>	5	20	89.44	6
		<i>Rhizophora mucronata</i>	1			
	502	<i>Rhizophora apiculata</i>	10		86.78	10
	503	<i>Rhizophora mucronata</i>	2		53.27	4
		<i>Rhizophora apiculata</i>	2			
Mangrove6	601	<i>Rhizophora apiculata</i>	5	48	79.27	16
		<i>Brugueira gymnorrhiza</i>	4			
		<i>Rhizophora mucronata</i>	5			
		<i>Sonneratia alba</i>	2			
	602	<i>Rhizophora mucronata</i>	19		86.32	21
		<i>Rhizophora apiculata</i>	2			
	603	<i>Sonneratia alba</i>	1		86.31	11
		<i>Rhizophora mucronata</i>	9			
<i>Brugueira gymnorrhiza</i>		1				
Mangrove7	701	<i>Rhizophora apiculata</i>	1	4	72.10	4
		<i>Rhizophora stylosa</i>	2			
		<i>Rhizophora mucronata</i>	1			

8. Karakteristik kelas-kelas mangrove

Berdasarkan pengolahan citra dan survei lapangan yang telah dilakukan berikut karakteristik kelas-kelas mangrove di Pulau Sabangko (Tabel 9).

Tabel 9. Karakteristik kelas mangrove

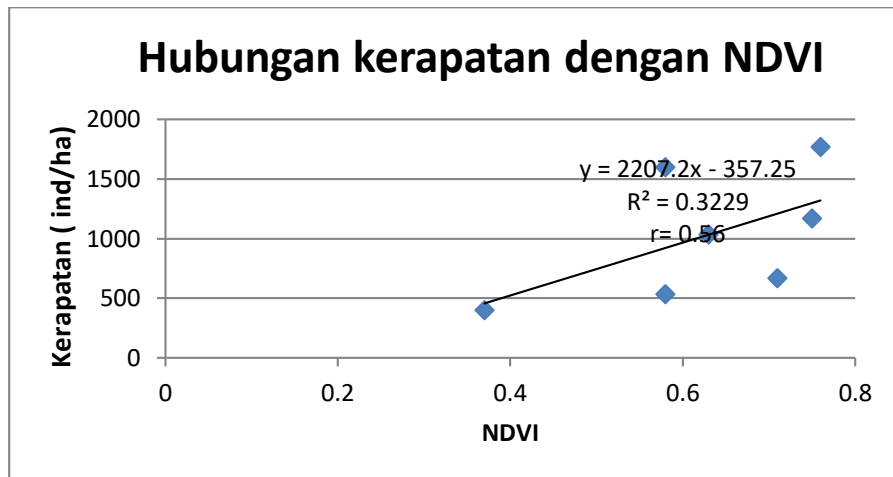
Karakteristik kelas	Kelas Mangrove						
	1	2	3	4	5	6	7
Kerapatan(ind/ha)	1033	1167	1767	533	667	1600	400
NDVI	0.39	0.75	0.76	0.58	0.71	0.58	0.37
%Tutupan/kanopi(%)	80.07	78.96	86.75	70.37	76.50	83.97	72.09
Biomassa(ton)	422.39	370.32	51.85	23.18	13.92	437.48	13.32
Jenis mangrove	Komposisi Jenis(%)						
<i>Rhizophora mucronata</i>	48.39	68.57	100	43.75	85	51.61	88.89
<i>Sonneratia alba</i>	3.23	5.71	0	0	0	9.68	6.67
<i>Rhizophora apiculata</i>	45.16	25.71	0	37.5	15	19.35	4.44
<i>Rhizophora stylosa</i>	3.23	0	0	18.75	0	3.23	0.00
<i>Brugueira gymnorrhiza</i>	0	0	0	0	0	16.13	0.00
Jumlah tegakan/kelas	10.33	11.67	17.67	5.33	6.67	16.00	4.00
luas(ha)	2.8	3.76	3.4	0.82	1.15	2.55	1
Estimasi jumlah pohon/ha	2892	4388	6008	437	767	4080	400
Estimasi jumlah pohon	18972						
Estimasi biomassa(ton/ha)	1332.46						

Karakteristik kelas mangrove yang diperoleh dari citra pada saat klasifikasi terdapat tujuh kelas mangrove. Kelas mangrove yang memiliki kerapatan paling tinggi yaitu kelas mangrove 3 dengan nilai 1767 ind/ha sedangkan kelas mangrove paling rendah adalah kelas mangrove 7 dengan nilai 400 ind/ha. Kelas mangrove yang memiliki tutupan kanopi yang paling tinggi adalah kelas mangrove 3 dengan nilai tutupan 86.75% sedangkan kelas mangrove yang memiliki tutupan rendah adalah kelas mangrove 4 dengan nilai 70.37%.

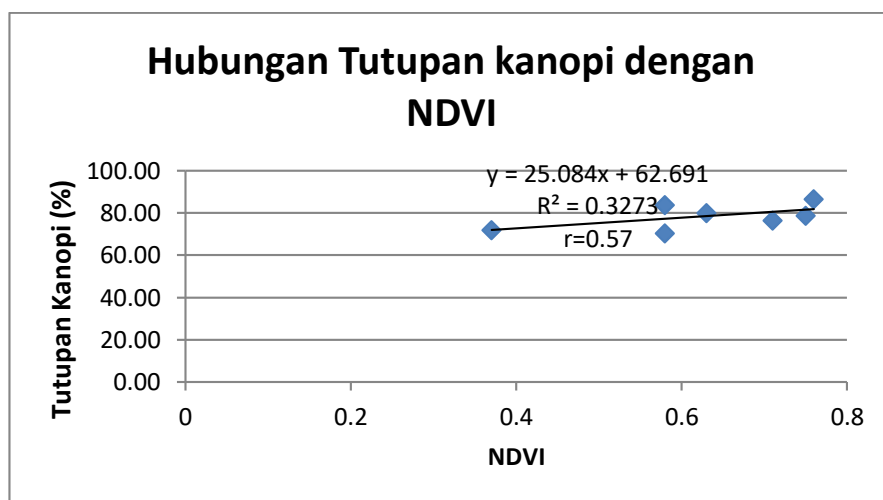
Komposisi jenis mangrove yang paling dominan pada tiap-tiap kelas yaitu *Rhizophora mucronata*. Jenis tersebut memiliki nilai persentase paling tinggi daripada jenis lainnya. Estimasi jumlah tegakan yang paling tinggi yaitu terdapat pada kelas mangrove 6 dengan jumlah tegakan 6096 dan yang paling rendah terdapat pada kelas mangrove 7 dengan jumlah tegakan 920.

9. Keterkaitan Tutupan kanopi, kerapatan dan NDVI

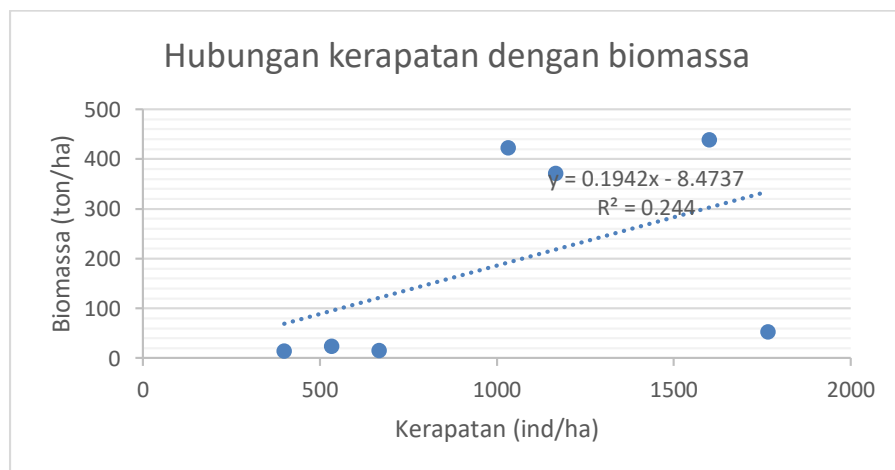
Berdasarkan uji statistik yang dilakukan menggunakan metode uji korelasi berikut grafik hubungan antara kerapatan dan NDVI serta hubungan tutupan kanopi dengan NDVI.



Gambar 13. Hubungan antara kerapatan dan NDVI



Gambar 14. Hubungan antara tutupan kanopi dan NDVI



Gambar 15. Hubungan kerapatan dan biomassa

V. PEMBAHASAN

A. Pengolahan citra

Citra satelit yang digunakan yaitu citra satelit sentinel-2 yang diproses sampai menghasilkan klasifikasi kelas mangrove. Pengolahan citra ini dilakukan sebagai dasar untuk menentukan stasiun pengamatan untuk survei lapangan.

1. Koreksi atmosfer

Koreksi atmosferik pada citra dilakukan dengan melihat nilai minimum masing-masing band (*dark substrat*), nilai tersebut sebagai nilai *offset* akibat pengaruh atmosfer. Menurut Pembonan (2018) bahwa koreksi atmosferik dibuat dengan melakukan pengurangan berdasarkan nilai *offset* pada sumbu x terhadap semua nilai digital yang terdapat pada band citra. Koreksi atmosferik pada masing-masing band yang digunakan yaitu band-2, band-3, band-4, band-8, dan band 11 terdapat nilai koreksi dari hasil kalkulasi statistik terhadap citra yang ditampilkan secara histogram dan terintegrasi dengan nilai-nilai digital citra (Tabel 5). Tampilan setelah koreksi atmosferik (Gambar 4) yang dihasilkan akan lebih tajam atau lebih mudah untuk diinterpretasi pada saat pengolahan citra. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Syamsa (2000) bahwa untuk memperjelas tampilan objek terhadap pengaruh atmosfer pada citra dapat dilakukan dengan cara mengubah nilai *offset* atau koreksi atmosferik.

2. Koreksi geometrik

Koreksi geometrik dilakukan agar semua informasi data citra sesuai keberadaannya di bumi (*real word*) atau sesuai dengan sistem koordinat bumi. Koreksi geometrik dalam penelitian ini menggunakan referensi proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM) datum WGS84 dan Zone 50 S. Koreksi ini didasarkan pada *ground control points* (GCP) atau titik yang telah diketahui pasti kordinatnya di muka bumi. Menurut Rudianto (2011) semakin banyak titik GCP maka sangat berpengaruh pada ketelitian koreksi geometrik yang ditunjukkan melalui nilai *Root Means Square* (RMSe). RMSe yang diperoleh pada koreksi geometrik yaitu 0.298 yang menunjukkan nilai ketelitian koreksi tinggi. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Chistian *et al.* (2017) bahwa nilai RMSe tidak lebih dari 0.5 maka pergeseran yang terjadi tidak terlalu berbeda.

3. Rezise band 11

Karakteristik citra sentinel-2 (tabel) menunjukkan nilai resolusi spasial untuk band 11 yaitu 20 meter. Penelitian ini digunakan band 2, band 3, band 4, band 8 yang resolusi spasialnya adalah 10 meter, maka dari itu dilakukan perubahan ukuran resolusi untuk band 11 agar band yang digunakan memiliki resolusi spasial yang seragam. Untuk menentukan daerah vegetasi komposit yang digunakan adalah 8,11,4.

4. Klasifikasi unsupervised

Metode klasifikasi unsupervised ISODATA dilakukan untuk kategorisasi secara otomatis dari semua pixel citra ke dalam kelas-kelas tertentu yang memiliki nilai spektral yang sama. Menurut Danoedoro (2012) Klasifikasi Unsupervised ISODATA menggunakan formula minimal untuk mengelompokkan piksel pada citra multispektral untuk menghasilkan gugus-gugus yang relatif homogen, selain dari itu perbedaan tipe kenampakan menunjukkan perbedaan kombinasi nilai digital pixel pada pantulan dan pancaran spectral citra. Hasil dari klasifikasi unsupervised dengan nilai maksimum 30 dan *iterative* 100 diperoleh sebanyak 30 kelas yang berbeda kemudian diidentifikasi dan mengelompokkan objek yang sama dengan metode *combine class*. Setelah penggabungan kelas maka terdapat 13 kelas yang ditampilkan pada peta klasifikasi penelitian.

B. Survei lapangan

5. Komposisi vegetasi

Komposisi vegetasi mangrove berdasarkan survei lapangan ditemukan jenis-jenis mangrove yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, *Sonneratia alba*, *Bruguiera gymnorhiza*. Jenis dominan yang dijumpai pada setiap stasiun pengamatan yaitu *Rhizophora mucronata* karena memiliki adaptasi akar yang baik dengan kondisi substrat pada lokasi pengamatan yaitu pasir berlumpur. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Idrus *et al.* (2014) bahwa jenis mangrove *Rhizophora mucronata* vegetasi yang dominan pada daerah substrat pasir berlumpur karena mampu beradaptasi dengan memiliki akar tunjang seperti yang menancap ke dalam substrat sehingga mampu menopang batang pohon dengan baik.

Rhizophora apiculata merupakan jenis terbanyak kedua dan *Rhizophora stylosa* jenis berikutnya yang ditemui pada stasiun pengamatan hal tersebut dikarenakan morfologi akar yang sama dengan jenis *Rhizophora mucronata* yaitu mampu beradaptasi pada substrat pasir berlumpur. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Amin *et al.* (2015)

Rhizophora mucronata tumbuh pada areal yang sama dengan *Rhizophora apiculata* tetapi lebih toleran terhadap substrat yang lebih keras dan pasir.

Sonneratia alba merupakan jenis yang juga sering dijumpai pada beberapa stasiun pengamatan hal ini dikarenakan jenis tersebut memiliki kemampuan adaptasi yang pada berbagai kondisi lingkungan yang ekstrim seperti perubahan salinitas dan kondisi oksigen yang rendah dikarenakan kondisi substrat yang cenderung berlumpur. Dengan memiliki morfologi akar nafas yaitu akar yang dapat menyerap oksigen pada saat surut dan mencegah kelebihan air pada saat pasang (Whitten, 1999).

Brugueira gymnorhiza merupakan jenis yang paling sedikit ditemukan hanya terdapat pada stasiun 6. Menurut penelitian Amin *et al.* (2015) bahwa jenis tersebut banyak ditemukan pada daerah yang memiliki substrat berpasir dan padat sedangkan di lokasi pengamatan substrat dominan pasir berlumpur.

6. Karakteristik kelas dan biomassa

Karakteristik kelas yang diperoleh yaitu nilai kerapatan tertinggi terdapat pada kelas mangrove 3 dengan nilai 1767 ind/ha, dan nilai kerapatan paling rendah yaitu 400 ind/ha terdapat pada kelas mangrove 7.

Tabel 10. Kriteria kerapatan mangrove

No.	Kriteria	Tutupan (%)	Kerapatan(ind/ha)
1	Jarang	>70	<1500
2	Sedang	>50 - <70	1000–< 1500
3	Rapat	<50	> 1500

Berdasarkan kriteria tingkat kerapatan vegetasi mangrove (Tabel 8) menunjukkan bahwa kerapatan yang termasuk kategori padat yaitu pada kelas mangrove 3 dan kelas mangrove 6, kerapatan kategori sedang yaitu pada kelas mangrove 1 dan kelas mangrove 2, dan kerapatan kategori jarang yaitu kelas mangrove 4, kelas mangrove 5, dan kelas mangrove 7. Kerapatan yang tinggi dijumpai pada stasiun yang berada pada tengah vegetasi mangrove yaitu kelas mangrove 3 dengan tutupan kanopi sebesar 86.75% juga merupakan tutupan dengan nilai tertinggi sedangkan yang jarang dijumpai pada sisi tepian vegetasi mangrove. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Kresnabayu *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa penyebaran mangrove yang rapat berada ditengah vegetasi mangrove dan mangrove yang sedang mengelilingi mangrove yang rapat dengan tutupan yang tinggi pula, sementara untuk mangrove yang rapat berada pada pinggir vegetasi mangrove. Nilai NDVI pada mangrove kategori rapat yaitu 0.76, nilai tersebut merupakan nilai NDVI yang paling besar dari masing-masing kelas

mangrove. Sedangkan nilai NDVI yang paling rendah terdapat pada kelas mangrove 7 yaitu 0.37 dengan nilai kerapatan juga yang paling rendah. Sehingga dari hasil tersebut menyatakan bahwa nilai kerapatan dan nilai NDVI berbanding lurus. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kawamuna (2017) juga menyatakan bahwa nilai NDVI pada citra dan kerapatan memiliki koefisien korelasi bertanda positif berarti ada hubungan atau semakin tinggi nilai NDVI maka nilai kerapatan juga tinggi, demikian sebaliknya.

Persentase tutupan kanopi diperoleh paling tinggi pada kelas mangrove 3 yaitu 86.75% dengan nilai NDVI pada kelas tersebut adalah 0.76 dan persentase tutupan kanopi paling rendah terdapat pada kelas mangrove 4 yaitu 70.37% dengan nilai NDVI pada kelas tersebut adalah 0.58. Nilai NDVI pada kelas mangrove 7 merupakan nilai NDVI yang paling rendah tetapi nilai persentase tutupannya lebih besar dari persentase tutupan pada kelas mangrove 4. Hal tersebut dikarenakan ada kesalahan klasifikasi citra pada kelas mangrove 7 yang hanya memiliki 1 plot pengamatan, sementara pada kelas mangrove 4 memiliki 3 plot pengamatan. Dari hasil penelitian Wachid *et al.* (2017) hubungan korelasi antara nilai NDVI dan tutupan kanopi diperoleh nilai korelasi 0.77 yang artinya tutupan kanopi berkorelasi dengan NDVI. Hal tersebut sesuai dengan uji korelasi (Gambar 11) yang diperoleh yaitu $r=0.57$. Adanya hubungan vegetasi mangrove dengan nilai NDVI, dimana tutupan kanopi berpengaruh terhadap nilai NDVI. Hal tersebut diduga karena citra satelit merekam secara luasan yaitu tutupan kanopi dari suatu vegetasi mangrove. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Mayuftia *et al.* (2013) bahwa nilai NDVI belum pasti dapat menjelaskan banyaknya pohon atau kerapatan dalam suatu pantulan citra yang terekam satelit karena citra satelit merekam secara luasan tutupan kanopi (*coverage*) dari suatu vegetasi mangrove sedangkan nilai suatu *coverage* tidak menunjukkan besaran atau banyaknya kerapatan pohon.

Terdapat 5 jenis mangrove yang teridentifikasi pada lokasi pengamatan dan termasuk ke dalam kelompok mangrove sejati (Tabel 8). Perbandingan komposisi jenis tiap kelas pada (Tabel 8) menunjukkan bahwa jumlah jenis di kelas mangrove 6 sangat tinggi dibanding kelas mangrove 3 yang hanya memiliki 1 jenis mangrove yaitu *Rhizophora mucronata*, sedangkan komposisi jenis untuk kelas lainnya hampir terdapat setiap jenis mangrove yang telah teridentifikasi pada lokasi pengamatan. Menurut Zarli *et al.* (2016) Apabila di suatu daerah terdapat beberapa jenis mangrove yang ditemui, maka daerah tersebut dikatakan memiliki keanekaragaman yang tinggi.

Biomassa merupakan total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas (Brown 1997). Biomassa tegakan hutan mangrove dihitung menggunakan persamaan allometrik yang telah ditetapkan dan dikembangkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Biomassa suatu

tegakan dapat dihitung dengan menggunakan beberapa variabel seperti data diameter dan tinggi pohon, namun dalam penelitian ini hanya menggunakan data diameter batang pohon setinggi dada (DBH). Biomassa total diperoleh dari 7 kelas mangrove yaitu 1332.46 ton/ha (Tabel 9). Hal tersebut tidak dapat dikategorikan besar, namun lebih tinggi dibanding dengan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan di Pulau Sagara yang nilai biomassa totalnya sebesar 1000.39 ton/ha (Shavira, 2019)

Biomassa yang diperoleh dengan nilai tinggi terdapat pada kelas mangrove 6 yaitu 437.48 ton diikuti oleh kelas mangrove 1 dengan nilai biomassa 422.39 ton dan terendah pada kelas mangrove 7 yaitu 13.32 ton. Meskipun kerapatan vegetasi tertinggi terdapat pada kelas mangrove 3 dan jumlah pohon terbanyak terdapat pada kelas mangrove 3 pula, tetapi nilai biomassa diperoleh pada kelas mangrove 6 dan kelas mangrove 1 yang paling tinggi karena rata-rata diameter per jenis yang ditemukan pada kelas mangrove 6 dan kelas mangrove 1 lebih tinggi dibandingkan dari kelas yang lainnya dan pada kelas mangrove 6 jenis mangrove *sonneratia alba* merupakan jenis yang memiliki komposisi jenis paling tinggi pada semua kelas, dimana jenis tersebut memiliki allometrik dengan rumus pengali paling besar pula (Tabel 3) yang mempengaruhi tingginya biomassa pada kelas mangrove 6. Sedangkan nilai biomassa yang paling rendah diperoleh pada kelas mangrove 7. Hal ini disebabkan plot yang ada pada kelas mangrove 7 hanya 1 plot sehingga tingkat akurasi rendah dan memiliki nilai NDVI yang paling rendah. Menurut penelitian Adinugroho (2006) bahwa terdapat hubungan yang erat antara diameter pohon dengan biomassa pohon. Hal tersebut disebabkan biomassa berkaitan dengan proses fotosintesis dimana tumbuhan menyerap CO₂ diudara dan mengubahnya menjadi senyawa organik kemudian digunakan oleh tumbuhan untuk melakukan pertumbuhan secara horizontal dan vertikal.

Selain diameter pohon yang berpengaruh dengan besarnya biomassa vegetasi, nilai kerapatan juga berpengaruh pada biomassa. Hal tersebut dibuktikan pada kelas mangrove 6 yang memiliki biomassa sebesar 437.48 ton dan nilai kerapatan 1600 dan diperkuat oleh penelitian yang dilakukan Zarli *et al.* (2016) bahwa tidak hanya diameter pohon yang mempengaruhi biomassa tetapi kerapatan dan jumlah pohon juga bisa berpengaruh terhadap besarnya biomassa vegetasi.

VI. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah dengan penginderaan jauh dapat megestimasi total biomassa vegetasi hutan mangrove yang diperoleh di Pulau Sabangko Kabupaten Pangkep adalah sebesar 1332.46 ton/ha.

B. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya kalsifikasi yang digunakan selain metode yang digunakan pada penelitian ini bisa dibandingkan dengan metode klasifikasi yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, C.W dan S. Kade. 2006. Model pendugaan biomassa pohon mahoni (*Swietenia Macrophylla* King) di atas permukaan tanah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 3(1): 103–117.
- Amira, S. 2008. Pendugaan Biomassa Jenis *Rhizophora apiculata* Bl. di Hutan Mangrove Batu Ampar Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. [skripsi] Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Amin, D.N., H. Irawan, dan A. Zulfikar. 2015. Hubungan jenis substrat dengan kerapatan vegetasi *Rhizophora* sp. di hutan mangrove Sungai Nyirih Kecamatan Tanjung Pinang Kota, Kota Tanjung Pinang. *Jurnal UMRAH*, 3(3): 15-37
- Amri, N. S. dan T. Arifin, 2012. Mangrove di muara Sungai Kuri Lompo, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan Kondisi dan Pemanfaatannya. *Jurnal Segara*, 8 (1): 45-51.
- Savhira, 2019. *Integrasi Citra Sentinel-2 dan Survei Lapang untuk Estimasi Stok Karbon pada Vegetasi Mangrove di Pulau Sagara*. [skripsi]: Departemen Ilmu Kelautan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar. 2019
- Ati, R.N.A., A.Rustan, T.L.Kepel, N. Sudirman, M. Astrid, A. Daulat, P. Mangindaan, H.L. Salim, dan A.A. Hutahaean, 2014. Stok karbon dan struktur komunitas mangrove sebagai blue carbon di Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Serega*, 10(2):98-171
- Brown, S dan G. Gaston. 1996. *Estimates of Biomass Density For Tropical Forests*. MIT Press. Cambridge.
- Brown, S.A.J.R.Gillespie dan A.E. Lugo. 1984. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *For. Sci.*35(4): 881-902.
- Brown S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests*. FAO Forestry Paper - 134.
- Dharmawan, I. W. E. dan Pramudji. 2014. *Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove*. Jakarta: COREMAP CTI LIPI
- Chistian, R. Y., R. Haninyo, dan A. M. Alif. 2017. Penentuan jenis citra satelit dalam interpretasi luasan ekosistem lamun menggunakan pengolahan algoritma cahaya tampak. *Jurnal Geomatika*. 23(2) : 75-86.
- Darusman, D. 2006. Pengembangan Potensi Nilai Ekonomi Hutan dalam Restorasi Ekosistem. [laporan]IPB. Bogor.
- Dewanti, R, T. Maulana, S. Budiman, F. Zinuddin dan Munyati. 1999. Kondisi hutan mangrove di Kalimantan Timur, Sumatera, Jawa, Bali, dan Maluku. *Majalah LAPAN, Edisi Penginderaan Jauh*. (91) : 29- 43.
- Forestian, O. 2011. Estimasi Biomassa dan Kerapatan Vegetasi Mangrove Menggunakan Data Landsat ETM+ Studi di Hutan Lindung dan Hutan Produksi Tetap Muara Gembong, Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat. [skripsi]IPB. Bogor.

- Fromard, F., Puig, H., Mougin, E., Marty, G., Betoulle, J.L., Cadamuro, L. 1998 Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. *Oecologia* 115(7): 39-53.
- Hilmi, E. dan A.S.Siregar. 2006. Model pendugaan biomassa vegetasi mangrove di Kabupaten Indragilir Hilir Riau. *Jurnal Biosfere*. 23(2): 77-85.
- Idrus, A. A., I. G. Martha, G. Hadiprayitno, dan M. L. Ihamdi. 2014. Kekhasan morfologi spesies mangrove di Gili Sulat. *Jurnal Biologi Tropis*. 14(2): 120-128.
- Irawan, Sudra dan Malau A.O. 2016. Analisis Persebaran Mangrove di Pulau Batam Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh.[skripsi]Politeknik Negeri Batam. Batam.
- Irwanto. 2008. *Hutan Mangrove dan Manfaatnya*. http://www.indonesiaforest.webs.com/manfaat_hutan_mangrove.pdf. Diakses pada Tanggal 8 April 2019.
- Kawamuna, A. A. Suprayogi, dan A.P. Wijaya, A. 2017. Analisis kesehatan hutan mangrove berdasarkan metode klasifikasi NDVI pada Citra Sentinel-2. *Jurnal Geodesi*. 6(1):277-284
- [Kepmen] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004. Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.
- Kresnabayu, I.K. I Dewa, N.N.P. Yulianto, S. 2018. Kerapatan hutan mangrove berbasis data penginderaan jauh di estuari perancak Kabupaten Jembrana Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 4(1): 31-37.
- Kurniawan A. 2004. Penggunaan Teknologi Pengindraan Jauh dalam Pendugaan Luas Bidang Dasar Tegakan dan Terapatan Tegakan. Bogor: Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan. [skripsi]IPB. Bogor
- Lailiya, N.I. 2017. Estimasi Kemampuan Daya Serap Biomassa Permukaan Terhadap Karbon Dioksida(CO₂) Memanfaatkan Citra Landsat 8 di Kabupaten Klaten. [skripsi]Univ. Muhammadiyah Surakarta.
- Lestariningsih, W.A. N. Soenardjo dan R. Pribadi. 2018. Estimasi cadangan karbon pada kawasan mangrove di Desa Timbulsloko Demak, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*. 7(2):121-130.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Manuri, Solichin, C. A. S. Putra, A. D. Saputra. 2011. *Tehnik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan*. Merang REED Pilot Project – German International Cooperatin. Palembang
- Mayuftia, R., A. Hartoko. B. Hendrarto. 2013. Tingkat kerusakan dan karbon mangrove dengan pendekatan data satelit NDVI di Desa Sidodadi Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Diponegoro Journal Of Maquares*. 2(4): 146-154
- Mita, N. Aswatini. D. Harfina. P. Alvini. 2007. *Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan*. Coremap-LIPI.

- Rachmawati, D. I. Setyobudiandi dan E. Hilmi. 2014. Potensi estimasi karbon tersimpan pada vegetasi mangrove di wilayah pesisir muara Gembong Kabupaten Bekasi. *Omni Akuatika*. 10(2):85-91.
- Ramanda, D. P., A. Sukmono. B. Sudarsono. Analisis kombinasi citra sentinel-1a dan citra sentinel-2a untuk klasifikasi tutupan lahan (studi kasus: Kabupaten Demak, Jawa Tengah). *Jurnal Geodasi UNDIP*. 7(2): 85-96
- Rianzani, D. S. Darmawan. R. Hernawati, dan M.T. Indra. 2016. Estimasi biomassa mangrove berbasis pengindraan jauh (studi kasus Kabupaten Subang), Jawa Barat). *Jurnal Seminar Nasional ITENAS:D23–D32*
- Rudianto, B., 2011. Analisis pengaruh sebaran ground control point terhadap ketelitian objek pada peta citra hasil ortorektifikasi. *Jurnal Rekayasa*. 15(1): 11-18
- Rusila, Y. N., M. Khazali, dan I.I. N. Suryadiputra. 2012. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. PHKAWI-IP, Bogor.
- Syamsa, M. A., 2002. Pengolahan citra digital dan analisis kuantitatif dalam karakterisasi citra mikroskopik. *Jurnal Mikroskopi dan Mikroanalisis*. 3(1): 25-29
- Soekardjo, S., 1984. Ekosistem Mangrove. *Jurnal Oseana*, 9(4): 102-115.
- Tomlinson, P. B. 1986. *The Botani of Mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Pembonan, R. E., M. A. Amran, dan F. Ismail. 2018. Perhitungan nilai digital radiansi berdasarkan band pada citra alos avnir-2 di wilayah sidangoli dehe kecamatan jailolo selatan kabupaten halmahera barat. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*. 1(2) : 76-84
- Putra H, Erwin, 2011. *Penginderaan Jauh dengan Er Mapper*. Yogyakarta:Gadjah Mada University Press.
- Purwanto, R.H.Rohman. A.Maryudi. T. Yuwono. D.B.Permadidan M. Sanjaya. 2012. Potensi biomasa dan simpanan karbon jenis-jenis tanaman berkayudi hutan rakyat desa Nglanggeran, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 6(2): 28-141
- Prakoso, T., B., Norma, A., Djoko, S., 2017. Biomassa Kandungan Karbon dan Serapan CO₂ Pada Tegakan Mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove Bedono, Demak. *Jurnal of Maquares*, 6(2):156-163
- Wachid, M. N., R. P. Hapsara, R.D. Cahyo, G.N. Wahyu, A. M. Syarif, D. A. Umarhadi, A. N. Fitriani, D. P. Ramadhanningrum, and W. Widyatmanti, 2017. Mangrove canopy density analysis using Sentinel-2A imagery satellite data. *Earth and Environmental Science*. 70(5): 12-20.
- Wahyuni, N.I. 2012. Integrasi penginderaan jauh dalam perhitungan biomassa hutan. *Info BPK Manado*, 2(2): 30-43
- Wass, H.J.D. B. Nababan. 2008. Pemetaan dan analisis index vegetasi mangrove di Pulau Saparua Maluku Tengah. *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(1): 50-58

Whitten, T., R. E. Soeriatmaja, and S. A. Afif. 1999. Ekologi at Jawa and Bali. *Canadian International Development Agency*. Dalhouse University

Zarli, D.M. Haris, G. Mayta, N.I. 2016. Penaksiran biomassa dan karbon tersimpan pada ekosistem hutan mangrove di kawasan bandar bakau dumai. *Jurnal Riau Biologia*. 1(3): 17-23

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel biomassa kelas mangrove 1

No Pohon	Jenis	Keliling Batang (cm)	DBH (cm)	Biomassa (ton)	Biomassa tot (ton/ha)
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	39,0	12,420382	89,528408	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	44,0	14,012739	122,509521	
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	59,3	18,869427	265,572197	
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	46,0	14,649682	137,519171	
5	<i>Rhizophora mucronata</i>	52,0	16,56051	189,147924	
6	<i>Rhizophora mucronata</i>	48,0	15,286624	153,610217	
7	<i>Rhizophora mucronata</i>	50,0	15,923567	170,810631	
8	<i>Rhizophora mucronata</i>	51,1	16,273885	180,753712	
9	<i>Rhizophora mucronata</i>	36,0	11,464968	72,707529	
10	<i>Rhizophora mucronata</i>	37,0	11,783439	78,075966	
11	<i>Rhizophora mucronata</i>	48,5	15,44586	157,805235	
12	<i>Rhizophora mucronata</i>	48,0	15,286624	153,610217	
13	<i>Rhizophora mucronata</i>	57,0	18,152866	240,141661	
14	<i>Rhizophora mucronata</i>	43,0	13,694268	115,401345	
15	<i>Rhizophora mucronata</i>	17,5	5,5732484	11,145301	
					2138,339034
1	<i>Sonneratia alba</i>	58,0	18,471338	113,338654	
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	15,0	4,7770701	2,628231	
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	42,0	13,375796	39,417504	
					155,384388
1	<i>Rhizophora apiculata</i>	65,0	20,700637	113,5079023	
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	60,5	19,267516	94,19228764	
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	53,0	16,878981	66,76804062	
4	<i>Rhizophora stylosa</i>	107,0	34,076433	1306,817176	
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	50,0	15,923567	57,38169621	
6	<i>Rhizophora apiculata</i>	38,0	12,101911	28,11180436	
7	<i>Rhizophora apiculata</i>	36,0	11,464968	24,42518561	
8	<i>Rhizophora apiculata</i>	30,0	9,5541401	15,2043071	
9	<i>Rhizophora apiculata</i>	93,0	29,617834	288,0759726	
10	<i>Rhizophora apiculata</i>	40,0	12,738854	32,12235283	
11	<i>Rhizophora apiculata</i>	35,0	11,146497	22,70012695	
12	<i>Rhizophora apiculata</i>	70,0	22,292994	137,6278339	
13	<i>Rhizophora apiculata</i>	45,5	14,490446	44,9035836	
					2231,838269

Lampiran 2. Tabel biomassa kelas mangrove 2

No Pohon	Jenis	Keliling Batang (cm)	DBH (cm)	Biomassa (ton)	Biomassa tot (ton/ha)
1	<i>Rhizophora apiculata</i>	31,2	9,9363057	16,83656	
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	58,0	18,471338	84,40422	
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	60,0	19,10828	92,18168	
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	58,0	18,471338	84,40422	
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	72,0	22,929936	148,0866	
6	<i>Rhizophora apiculata</i>	78,0	24,840764	182,3465	
7	<i>Rhizophora apiculata</i>	40,0	12,738854	32,12235	
8	<i>Rhizophora apiculata</i>	38,0	12,101911	28,1118	
9	<i>Rhizophora apiculata</i>	42,0	13,375796	36,46696	
					704,960885
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	22,0	7,0063694	20,206535	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	29,0	9,2356688	41,440757	
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	22,0	7,0063694	20,206535	
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	14,0	4,4585987	6,239155	
5	<i>Rhizophora mucronata</i>	33,0	10,509554	57,986798	
6	<i>Rhizophora mucronata</i>	13,0	4,1401274	5,145713	
7	<i>Rhizophora mucronata</i>	19,0	6,0509554	13,802325	
8	<i>Rhizophora mucronata</i>	14,0	4,4585987	6,239155	
9	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,0	3,1847134	2,601315	
10	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,0	3,1847134	2,601315	
11	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,0	3,1847134	2,601315	
12	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,0	3,1847134	2,601315	
13	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,0	3,1847134	2,601315	
14	<i>Rhizophora mucronata</i>	13,2	4,2038217	5,354083	
					189,627630
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	38,3	12,208068	85,603596	
2	<i>Sonneratia alba</i>	84,0	26,751592	246,789465	
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	53,3	16,974522	201,689657	
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	56,0	17,834395	229,341028	
5	<i>Rhizophora mucronata</i>	48,0	15,286624	153,610217	
6	<i>Rhizophora mucronata</i>	41,0	13,057325	101,960255	
7	<i>Rhizophora mucronata</i>	36,0	11,464968	72,707529	
8	<i>Rhizophora mucronata</i>	56,0	17,834395	229,341028	
9	<i>Rhizophora mucronata</i>	61,0	19,426752	286,451075	
10	<i>Sonneratia alba</i>	76,0	24,203822	199,988579	
11	<i>Rhizophora mucronata</i>	35,0	11,146497	67,572471	
12	<i>Rhizophora mucronata</i>	51,6	16,422505	185,076994	
					2060,131894

Lampiran 3. Tabel biomassa kelas mangrove 3

No Pohon	Jenis	Keliling Batang (cm)	DBH (cm)	Biomassa (ton)	Biomassa tot (ton/ha)
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,0	3,1847134	2,601315	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	12,0	3,8216561	4,178921	
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	11,0	3,5031847	3,332835	
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	11,8	3,7420382	3,956319	
5	<i>Rhizophora mucronata</i>	11,0	3,5031847	3,332835	
6	<i>Rhizophora mucronata</i>	12,0	3,8216561	4,178921	
7	<i>Rhizophora mucronata</i>	13,8	4,3949045	6,010056	
8	<i>Rhizophora mucronata</i>	13,0	4,1401274	5,145713	
9	<i>Rhizophora mucronata</i>	13,2	4,2038217	5,354083	
10	<i>Rhizophora mucronata</i>	9,0	2,866242	1,977987	
11	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,5	3,343949	2,953147	
12	<i>Rhizophora mucronata</i>	12,5	3,9808917	4,646853	
13	<i>Rhizophora mucronata</i>	9,5	3,0254777	2,276535	
14	<i>Rhizophora mucronata</i>	11,8	3,7579618	4,000241	
15	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,0	3,1847134	2,601315	
16	<i>Rhizophora mucronata</i>	9,8	3,1210191	2,468202	
17	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,2	3,2484076	2,738756	
18	<i>Rhizophora mucronata</i>	12,5	3,9808917	4,646853	
					66,400886
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	17,8	5,6794055	11,705702	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	27,0	8,5987261	34,414279	
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	27,3	8,6942675	35,417326	
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	28,0	8,9171975	37,827163	
5	<i>Rhizophora mucronata</i>	32,0	10,191083	53,528223	
6	<i>Rhizophora mucronata</i>	14,8	4,7133758	7,208972	
7	<i>Rhizophora mucronata</i>	14,0	4,4585987	6,239155	
8	<i>Rhizophora mucronata</i>	18,0	5,7324841	11,992270	
9	<i>Rhizophora mucronata</i>	23,0	7,3248408	22,682204	
10	<i>Rhizophora mucronata</i>	14,0	4,4585987	6,239155	
11	<i>Rhizophora mucronata</i>	14,0	4,4585987	6,239155	
12	<i>Rhizophora mucronata</i>	15,0	4,7770701	7,465006	
					240,958610
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	19,0	6,05096	13,80232	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	17,5	5,57325	11,14530	
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	13,0	4,14013	5,14571	
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	12,8	4,08705	4,97594	
5	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,0	3,18471	2,60131	
6	<i>Rhizophora mucronata</i>	9,0	2,86624	1,97799	
7	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,0	3,18471	2,60131	
8	<i>Rhizophora mucronata</i>	10,0	3,18471	2,60131	
9	<i>Rhizophora mucronata</i>	12,0	3,82166	4,17892	

10	<i>Rhizophora mucronata</i>	14,0	4,45860	6,23916	
11	<i>Rhizophora mucronata</i>	14,0	4,45860	6,23916	
12	<i>Rhizophora mucronata</i>	13,5	4,29936	5,67624	
13	<i>Rhizophora mucronata</i>	17,5	5,57325	11,14530	
14	<i>Rhizophora mucronata</i>	12,3	3,92781	4,48748	
15	<i>Rhizophora mucronata</i>	12,2	3,87473	4,33151	
16	<i>Rhizophora mucronata</i>	17,0	5,41401	10,33618	
17	<i>Rhizophora mucronata</i>	18,0	5,73248	11,99227	
18	<i>Rhizophora mucronata</i>	20,0	6,36943	15,77142	
19	<i>Rhizophora mucronata</i>	17,1	5,45648	10,54828	
20	<i>Rhizophora mucronata</i>	13,0	4,14013	5,14571	
21	<i>Rhizophora mucronata</i>	11,3	3,59418	3,56261	
22	<i>Rhizophora mucronata</i>	9,5	3,02548	2,27653	
23	<i>Rhizophora mucronata</i>	11,0	3,50318	3,33284	
					150,11482

Lampiran 4. Tabel biomassa kelas mangrove 4

No Pohon	Jenis	Keliling Batang (cm)	DBH (cm)	Biomassa (ton)	Biomassa tot (ton/ha)
1	<i>Rhizophora apiculata</i>	33,3	10,6051	19,9437	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	43,7	13,9172	120,3496	
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	25,0	7,9618	28,1732	
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	23,0	7,3248	22,6822	
5	<i>Rhizophora mucronata</i>	20,0	6,3694	15,7714	
					206,9202
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	26,0	8,2803	31,1978	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	23,0	7,3248	22,6822	
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	25,0	7,9618	28,1732	
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	25,0	7,9618	28,1732	
5	<i>Rhizophora mucronata</i>	22,0	7,0064	20,2065	
6	<i>Rhizophora mucronata</i>	20,0	6,3694	15,7714	
7	<i>Rhizophora stylosa</i>	16,7	5,3185	5,9825	
					152,1869
1	<i>Rhizophora stylosa</i>	61,5	19,5860	262,2646	
2	<i>Rhizophora stylosa</i>	32,5	10,3503	41,2538	
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	40,0	12,7389	32,1224	
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	41,5	13,2166	35,3489	
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	38,0	12,1019	28,1118	
6	<i>Rhizophora apiculata</i>	47,0	14,9682	48,8546	
7	<i>Rhizophora apiculata</i>	44,0	14,0127	41,1555	
					489,1117

Lampiran 5. Tabel Biomassa kelas mangrove 5

No Pohon	Jenis	Keliling Batang (cm)	DBH (cm)	Biomassa (ton)	Biomassa tot (ton/ha)
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	28,4	9,0446	39,2483	
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	29,0	9,2357	13,9215	
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	21,0	6,6879	6,0148	
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	30,0	9,5541	15,2043	
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	18,0	5,7325	4,0287	
6	<i>Rhizophora apiculata</i>	26,0	8,2803	10,4805	
					88,8980
1	<i>Rhizophora apiculata</i>	21,0	6,6879	6,0148	
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	16,0	5,0955	2,9659	
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	30,0	9,5541	15,2043	
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	20,0	6,3694	5,2982	
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	18,0	5,7325	4,0287	
6	<i>Rhizophora apiculata</i>	18,0	5,7325	4,0287	
7	<i>Rhizophora apiculata</i>	19,0	6,0510	4,6367	
8	<i>Rhizophora apiculata</i>	17,0	5,4140	3,4723	
9	<i>Rhizophora apiculata</i>	21,5	6,8471	6,3943	
10	<i>Rhizophora apiculata</i>	24,0	7,6433	8,5114	
					60,5553
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	44,0	14,0127	122,5095	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	25,0	7,9618	28,1732	
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	36,8	11,7038	25,7704	
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	42,3	13,4713	37,1481	
					213,6012

Lampiran 6. Tabel biomassa kelas mangrove 6

No Pohon	Jenis	Kelilin g Batan g (cm)	DBH (cm)	Biomassa (ton)	Biomassa tot (ton/ha)
1	<i>Rhizophora apiculata</i>	50,0	15,9236	62,3497	
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	34,4	10,9554	23,3180	
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	26,3	8,3864	11,5471	
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	44,0	14,0127	44,5476	
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	33,0	10,5096	20,9043	
6	<i>Brugueira gymnorrhiza</i>	30,5	9,7134	21,5281	
7	<i>Rhizophora mucronata</i>	24,0	7,6433	25,3362	
8	<i>Rhizophora mucronata</i>	25,0	7,9618	28,1732	
9	<i>Rhizophora mucronata</i>	42,0	13,3758	108,5528	
10	<i>Rhizophora mucronata</i>	42,3	13,4713	110,5803	
11	<i>Rhizophora mucronata</i>	32,0	10,1911	53,5282	
12	<i>Brugueira gymnorrhiza</i>	22,0	7,0064	9,4974	
13	<i>Brugueira gymnorrhiza</i>	20,3	6,4490	7,7166	
14	<i>Brugueira gymnorrhiza</i>	30,0	9,5541	20,6549	
15	<i>Sonneratia alba</i>	104,5	33,2803	390,4623	
16	<i>Sonneratia alba</i>	25,0	7,9618	19,3414	
					958,0383
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	58,3	18,5669	254,6426	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	47,3	15,0637	147,8536	
3	<i>Sonneratia alba</i>	71,5	18,5669	114,6143	
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	50,5	16,0828	175,2873	
5	<i>Rhizophora mucronata</i>	62,5	19,9045	305,1272	
6	<i>Rhizophora mucronata</i>	55,5	17,6752	224,0550	
7	<i>Brugueira gymnorrhiza</i>	36,0	11,4650	32,6116	
8	<i>Rhizophora mucronata</i>	46,0	14,6497	137,5192	
9	<i>Rhizophora mucronata</i>	61,5	19,5860	292,5959	
10	<i>Rhizophora mucronata</i>	60,0	19,1083	274,4013	
11	<i>Rhizophora mucronata</i>	58,0	18,4713	251,2498	
					2209,9577
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	48,0	15,286624	153,610217	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	32,0	10,191083	53,528223	
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	48,0	15,286624	153,610217	
4	<i>Rhizophora mucronata</i>	30,0	9,5541401	45,259333	
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	51,5	16,401274	67,390161	
6	<i>Rhizophora mucronata</i>	66,5	21,178344	358,533023	
7	<i>Rhizophora mucronata</i>	20,0	6,3694268	15,771423	
8	<i>Rhizophora mucronata</i>	22,0	7,0063694	20,206535	
9	<i>Rhizophora mucronata</i>	37,0	11,783439	78,075966	
10	<i>Rhizophora mucronata</i>	11,0	3,5031847	3,332835	
11	<i>Rhizophora apiculata</i>	32,0	10,191083	19,279152	

12	<i>Rhizophora mucronata</i>	52,5	16,719745	193,913066	
13	<i>Rhizophora mucronata</i>	60,0	19,10828	274,401282	
14	<i>Rhizophora mucronata</i>	32,0	10,191083	53,528223	
15	<i>Rhizophora mucronata</i>	20,0	6,3694268	15,771423	
16	<i>Rhizophora mucronata</i>	44,0	14,012739	122,509521	
17	<i>Rhizophora mucronata</i>	26,0	8,2802548	31,197773	
18	<i>Rhizophora mucronata</i>	32,5	10,350318	55,730074	
19	<i>Rhizophora mucronata</i>	25,3	8,0679406	29,160365	
20	<i>Rhizophora mucronata</i>	54,0	17,197452	208,649169	
21	<i>Rhizophora mucronata</i>	24,0	7,6433121	25,336237	
					1978,7942 19

Lampiran 7. Tabel biomassa kelas mangrove 7

No Pohon	Jenis	Keliling Batang (cm)	DBH (cm)	Biomassa (ton)	Biomassa tot (ton/ha)
1	<i>Rhizophora stylosa</i>	22,0	7,0064	13,3054	
2	<i>Rhizophora mucronata</i>	35,0	11,1465	67,5725	
3	<i>Rhizophora mucronata</i>	22,0	7,0064	20,2065	
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	40,0	12,7389	32,1224	
					133,2068

Lampiran 8. Tabel analisis data tutupan kanopi

PLOT	Koordinat		Nomor Foto	$\Sigma p255$	p	Tutupan mangrove (%)
	mT	mU				
BM 101	119,471590	4,711180	BM1011	11672854	89,94	88,47
			BM1012	11495467	88,57	
			BM1013	11328964	87,29	
			BM1014	11433285	88,09	
BM 102	119,468850	4,708090	BM1021	8730481	67,27	68,73
			BM1022	10355369	79,78	
			BM1023	9888961	76,19	
			BM1024	6709623	51,70	
BM 103	119,472690	4,701890	BM1031	11828710	91,14	82,99
			BM1032	8804473	67,84	
			BM1033	11753185	90,55	
			BM1034	10701794	82,45	
BM 201	119,475080	4,701920	BM2011	11377673	87,66	87,44
			BM2012	11637885	89,67	
			BM2013	11687647	90,05	
			BM2014	10692685	82,38	
BM 202	119,469380	4,704760	BM2021	7354913	56,67	70,35
			BM2022	6722346	51,79	
			BM2023	10961179	84,45	
			BM2024	11486817	88,50	
BM 203	119,473240	4,701230	BM2031	11376854	87,65	79,10
			BM2032	10438226	80,42	
			BM2033	11401886	87,85	
			BM2034	7849512	60,48	
BM 301	119,474330	4,700120	BM3011	10643590	82,00	83,15
			BM3012	9993977	77,00	
			BM3013	11549604	88,99	
			BM3014	10982080	84,61	
BM 302	119,471530	4,703620	BM3021	12120062	93,38	91,08
			BM3022	12165642	93,73	
			BM3023	11154794	85,94	
			BM3024	11844314	91,26	
BM 303	119,469840	4,705230	BM3031	9708783	74,80	86,02
			BM3032	11703677	90,17	
			BM3033	11468005	88,36	
			BM3034	11780305	90,76	
BM 401	119,477060	4,703240	BM4011	10627848	81,88	68,30

			BM4012	10400047	80,13	
			BM4013	6824696	52,58	
			BM4014	7607933	58,62	
BM 402	119,474230	4,700170	BM4021	7180600	55,32	61,79
			BM4022	9645149	74,31	
			BM4023	7179843	55,32	
			BM4024	8073784	62,21	
BM 403	119,473960	4,700380	BM4031	10485773	80,79	81,03
			BM4032	10584241	81,55	
			BM4033	10607499	81,73	
			BM4034	10389141	80,04	
BM 501	119,477000	4,703130	BM5011	11389207	87,75	89,44
			BM5012	11497614	88,58	
			BM5013	11512429	88,70	
			BM5014	12032711	92,71	
BM 502	119,475010	4,701760	BM5021	10999894	84,75	86,78
			BM5022	12262388	94,48	
			BM5023	11130808	85,76	
			BM5024	10662730	82,15	
BM 503	119,472650	4,711370	BM5031	7477451	57,61	53,27
			BM5032	6712086	51,71	
			BM5033	6765692	52,13	
			BM5034	6698329	51,61	
BM 601	119,472740	4,711380	BM6011	10954550	84,40	79,27
			BM6012	10785868	83,10	
			BM6013	10773669	83,01	
			BM6014	8641375	66,58	
BM 602	119,472100	4,702760	BM7021	11993276	92,40	90,83
			BM7022	12256872	94,43	
			BM7023	11975744	92,27	
			BM7024	10931661	84,22	
BM 603	119,474950	4,701650	BM6031	11384319	87,71	86,31
			BM6032	11318335	87,20	
			BM6033	11338437	87,36	
			BM6034	10770562	82,98	
BM 701	119,473990	4,700320	BM6021	7989412	61,56	72,10
			BM6022	10665183	82,17	
			BM6023	7319528	56,39	
			BM6024	11456893	88,27	

Lampiran 9. Tabel jumlah pixel dan biomassa kelas mangrove

Kelas	Biomassa per pixel	Jumlah pixel	Biomassa(kg)	Biomassa(Ton)
1	1508.52	280	422386	422.39
2	984.91	376	370325	370.32
3	152.49	340	51847	51.85
4	282.74	82	23185	23.18
5	121.02	115	13917	13.92
6	1715.60	255	437477	437.48
7	133.21	100	13321	13.32

Lampiran 10. Foto kegiatan di lapangan

