ANALISIS SEBARAN SPASIAL VEGETASI MANGROVE PADA KAWASAN HUTAN MANGROVE TONGKE-TONGKE KECAMATAN SINJAI TIMUR KABUPATEN SINJAI

ANALYSIS OF THE SPATIAL DISTRIBUTION OF MANGROVE VEGETATION IN THE TONGKE-TONGKE MANGROVE FOREST AREA EAST SINJAI DISTRICT, SINJAI DISTRICT

ADE MUSPA
H052211006

PROGRAM STUDI MAGISTER BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

ANALISIS SEBARAN SPASIAL VEGETASI MANGROVE PADA KAWASAN HUTAN MANGROVE TONGKE-TONGKE KECAMATAN SINJAI TIMUR KABUPATEN SINJAI

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Biologi

Disusun dan diajukan oleh

ADE MUSPA

NIM. H052211006

Kepada

PROGRAM STUDI MAGISTER BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKAN DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

TESIS

ANALISIS SEBARAN SPASIAL VEGETSI MANGROVE PADA KAWASAN HUTAN MANGROVE TONGKE-TONGKE KECAMTAN SINJAI TIMUR KABUPATEN SINJAI

ADE MUSPA

NIM. H052211006

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Magister Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Pada tanggal 27 November 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama	Pembimbing Pendamping
Dr. Ambeng, M.Si. NIP. 19650704 199203 1 004	Andang Suryana Soma, S.Hut., MP., Ph.D. NIP. 19780325 202081 2 1 002
Ketua Program Studi Magister Biologi	Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Dr. Juhriah, M.Si. NIP. 19631231 198810 2 001	Dr. Eng. Amiruddin, M.Si. NIP. 19720515 199702 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul Analisis Sebaran Spasial Vegetasi Mangrove Pada Kawasan Hutan Mangrove Tongke-Tongke Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr. Ambeng, M.Si dan Andang Suryana Soma, S.Hut., MP., Ph.d. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal Geografi Indonesia sebagai artikel dengan judul "Quantyfying mangrove vegetation using sentinel-2A and drone imagery in Tongke-Tongke Mangrove Forest, Sinjai".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 20 Desember 2023

Ade Muspa
NIM. H052211006

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah swt. atas limpahan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan tesis ini dapat terampungkan dengan baik. Terima kasih yang sedalam-dalamnya dan rasa hormat yang setinggi-tingginya sebagai wujud apresiasi saya kepada bapak Dr. Ambeng, M.Si dan bapak Andang Suryana Soma, S.Hut., MP., Ph.d selaku dosen pembimbing atas waktu, bimbingan dan arahan yang diberikan kepada penulis dalam proses penyelesaian tesis yang berjudul “Analisis Sebaran Spasial Vegetasi Mangrove pada Kawasan Hutan Mangrove Tongke-Tongke Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai”. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada UPT KPH Tangka serta Bapak H. Taiyeb atas izin dan arahan serta informasi terkait lokasi penelitian.

Ucapan teria kasih juga penulis ucapkan kepada pimpinan Universitas Hasanuddin, pimpinan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahua Alam, dan terkhusus kepada pimpinan Program Studi Magister Biologi yang telah mendukung serta memfasilitasi segala kebutuhan penulis selama berproses menempuh Pendidikan magister serta terima kasih kepada bapak ibu dosen, staff dan karyawan serta bagi para rekan tim yang telah membantu penulis dalam penelitian ini.

Terakhir, penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga kepada kedua orang tua saya Muhammad Sahid dan Hj. Patmawati yang senantiasa selalu ada untuk memotivasi dan mendoakan penulis dalam segala urusan penulis dalam menempuh Pendidikan.

Penulis,

Ade Muspa
NIM. H052211006

ABSTRAK

ADE MUSPA. **Analisis Sebaran Spasial Vegetasi Mangrove di Kawasan Hutan Mangrove Tongke-Tongke Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai** (dibimbing oleh Ambeng dan Andang Suryana Soma).

Vegetasi mangrove merupakan vegetasi yang berada di kawasan pesisir yang dapat memberikan manfaat dalam bidang ekologi, perikanan maupun wisata. Adanya aktifitas antropogenik seperti alih fungsi lahan menjadi lahan budidaya dapat mengganggu tingkat kerapatan dan sebaran vegetasi mangrove. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran kerapatan, luas vegetasi, tinggi vegetasi mangrove dan hubungan kerapatan pohon per meter persegi dan kerapatan dengan menggunakan penginderaan jauh. Metode yang digunakan adalah penginderaan jauh dan validasi data lapangan, citra yang digunakan adalah citra Sentinel-2A untuk memetakan kerapatan vegetasi menggunakan indeks vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Indeks*) serta luas mangrove dan citra drone/UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) untuk kerpatan meter persegi dan mengetahui tinggi vegetasi mangrove menggunakan persamaan CHM (*Canopy Height Model*), data lapangan diambil menggunakan metode plot dan hubungan kerapatan nilai NDVI dengan keraptaan data lapangan dianalisis dengan regresi linear sederhana. Hasil analisis sebaran spasial menunjukkan kawasan mangrove Tongke-Tongke memiliki luas 56,58 ha didominasi kategori kerapatan yang padat dengan luas 54,6 ha dengan nilai NDVI kisaran 0,44-1 didukung dengan validasi data lapangan yang tergolong kerapatan sangat padat (≥ 1500) dengan didominasi jenis *Rhizopora* sp. CHM/tinggi pohon didominasi kelas dengan tinggi 15-20 m seluas 19,65 ha memiliki selisih rata-rata 0,6 m dengan data validasi tinggi pohon di lapangan. Korelasi kerapatan individu dan nilai NDVI diperoleh nilai r = 0,118 dan R2 = 0,01 yang berarti kedua variabel tidak memiliki hubungan sedangkan korelasi nilai kerapatan individu dengan nilai kerapatan citra drone per meter persegi diperoleh nilai r = 0.90 dan R2 = 0,81.

Kata kunci: CHM, kerapatan, mangrove, NDVI, Tongke-Tongke, UAV

ABSTRACT

ADE MUSPA. **Analysis of the Spatial Distribution of Mangrove Vegetation in the Tongke-Tongke Mangrove Forest Area East Sinjai District, Sinjai District** (supervised by Ambeng and Andang Suryana Soma).

Mangrove vegetation is vegetation in coastal areas that can provide benefits in the fields of ecology, fisheries and tourism. The existence of anthropogenic activities such as land conversion to cultivation land can disrupt the level of density and distribution of mangrove vegetation. The purpose of this study was to determine the distribution of density, vegetation area, height of mangrove vegetation and the relationship between tree density per square meter and density using remote sensing. The method used is remote sensing and field data validation, the imagery used is Sentinel-2A imagery to map vegetation density using the NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) vegetation index and mangrove area and aerial photography/UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) to determine vegetation height. mangroves using the CHM equation (*Canopy Height Model*), field data were taken using the plot method and the relationship between the density of NDVI values and the density of field data was analyzed using simple linear regression. The results of the spatial distribution analysis show that the Tongke-Tongke mangrove area has an area of 56.58 ha, dominated by a dense density category with an area of 54.6 ha with an NDVI value in the range of 0.44-1 supported by field data validation which is classified as very dense density (≥ 1500) dominated by *Rhizopora* sp. CHM/tree height dominated by classes with a height of 15-20 m covering an area of 19.65 ha has an average difference of 0.6 m with tree height validation data in the field. Correlation of individual density and NDVI values obtained r = 0.118 and R2 = 0.01, which means that the two variables have no relationship, while the correlation of individual density values with aerial photo density values per square meter obtained values of r = 0.90 and R2 = 0.81.

Keywords: CHM, density, mangrove, NDVI, Tongke-Tongke, UAV

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
PERNYATAAN PENGAJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS iv
UCAPAN TERIMA KASIH v
ABSTRAK vi
ABSTRACK vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Kegunaan Penelitian 4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian 4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Hutan Mangrove 5
2.1.1 Definisi Mangrove 5
2.1.2 Fungsi Mangrove 6
2.1.3 Distribusi Mangrove 7
2.2 Desa Tongke-Tongke Kecamatan Sinjai Timur 10
2.3 Penginderaan Jauh 11
2.3.1 Citra Digital 13

2.3.2 Citra Drone/Citra *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV)..... 16
2.4 Kerangka Pikir 18
BAB III. METODE PENELITIAN..... 19
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian..... 19
3.2 Instrumen Penelitian 19
3.3 Prosedur Kerja..... 20
3.3.1 Penginderaan Jauh..... 20
3.3.1.1 Citra Satelit 20
3.3.1.2 Citra Drone UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) 21
3.3.2 Data Lapangan 21
3.4 Analisis Data..... 22
3.4.1 Indeks Moroshita..... 22
3.4.2 Kerapatan Vegetasi Mangrove..... 23
3.4.3 Indeks Vegetasi NDVI 24
3.4.4 Tinggi Pohon/*Canopy Height Model*)..... 25
3.4.5 Hubungan kerapatan vegetasi dengan kerapatan kanopi 25
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... 26
4.1 Hasil Penelitian 26
4.1.1 Sebaran Vegetasi Mangrove Tongke-Tongke 26
4.1.2 Kerapatan Vegetasi Mangrove Tongke-Tongke 28
4.1.3 Tinggi pohon/CHM Vegetasi Mangrove Tongke-Tongke 30
4.1.4 Hubungan kerapatan vegetasi dengan nilai NDVI dan citra drone 32
4.2 Pembahasan..... 34
4.2.1 Sebaran Vegetasi Mangrove Tongke-Tongke 34
4.2.2 Kerapatan Vegetasi Mangrve Tongke-Tongke 37
4.2.3 Tinggi pohon/CHM Vegetasi Mangrove Tongke-Tongke 41
4.2.4 Hubungan kerapatan vegetasi dengan nilai NDVI dan citra drone 43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 45
5.1 Kesimpulan 45
5.2 Saran 45

DAFTAR PUSTAKA..... 47
LAMPIRAN 57

DAFTAR TABEL

Nomor Urut **Halaman**

1. Panjang gelombang warna di spektrum elektromagnetik 12

2. Karakteristik citra Sentinel-2A 14

3. Parameter indeks disperse Moroshita 22

4. Parameter nilai Indeks Moroshita terstandarisasi 23

5. Kriteria baku kawasan mangrove 24

6. Rentang klasifikasi NDVI 24

7. Tingkat hubungan korelasi 25

8. Nilai indeks Moroshita terstandarisasi (Ip) pada jenis Rhizopora sp. disetiap stasiun kawasan mangrove Tongke-Tongke 28

9. Luas Kawasan kategori kelas kerapatan Vegetasi Mangrove Tongke-Tongke Sinjai 28

10. Kerapatan (*ground check*) dari citra drone vegetasi mangrove 30

11. Perbedaan nilai tinggi pohon dengan nilai CHM 32

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut **Halaman**

1. Spektrum gelombang elektromagnetik 11
2. Skema sistem penginderaan jauh 12
3. Visualisasi nilai DSM dan DTM untuk memperoleh nilai CHM..... 17
4. Peta lokasi penelitian 19
5. Hasil komposit *band* citra sentinel-2A 27
6. Sebaran vegetasi mangrove kawasan mangrove Tongke-Tongke 27
7. Peta NDVI kerapatan mangrove Tongke-Tongke Kab. Sinjai..... 27
8. Peta tinggi pohon vegetasi mangrove Tongke-Tongke 31
9. Grafik korelasi nilai kerapatan individu dengan nilai NDVI..... 33
10. Grafik korelasi kerapatan data lapangan dengan data citra drone..... 33
11. Letak tambak pada zona distal dalam peta komposit *band* false color 35
12. *Avicennia* sp. di pinggiran kawasan mangrove..... 36
13. Anakan dari *Rhizopora* sp. pada hutan mangrove Tongke-Tongke..... 37
14. Stasiun pengamatan; a) Kawasan Pelabuhan, b) Kawasan Wisata, c) Kawasan Tambak, d) Kawasan Rehabilitasi di Hutan Mangrove Tongke-Tongke..... 38
15. Digitasi citra drone untuk data lapangan 39

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Urut **Halaman**

1. Peta titik plot data lapangan (*ground check*) kerapatan mangrove Tongke-Tongke 57
2. Peta titik pengambilan data tinggi pohon di lapangan 58
3. Peta persamaan CHM 59
4. Orthophoto kawasan mangrove Tongke-Tongke..... 60
5. Data faktor lingkungan di kawasan mangrove Tongke-Tongke 59
6. Nilai kerapatan (Ind/m^2) data lapangan setiap kawasan stasiun..... 59
7. Plot kerapatan per meter persegi citra drone/UAV 60
8. Dokumentasi kanopi vegetsi setiap stasiun kawasan mangrove Tongke-Tongke 67
9. Citra sentinel-2A *band* 4, *band* 8, *band* 8A, dan *band* 11 69
10. Dokumentasi penelitian di Kawasan Hutan Mangrove Tongke-Tongke... 71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara laut tropis terbesar dan memiliki keanekaragaman hayati terbesar di laut. Perairan Indonesia kaya akan berbagai jenis biota yang selalu ditemukan di wilayah pesisir. Salah satu ekosistem yang memiliki produktivitas yang tinggi diwalayah pesisir yaitu mangrove (BPS, 2020). Mangrove adalah kumpulan vegetasi yang berada diantara wilayah laut dan wilayah darat (Hanan, 2020), luas mangrove di Indonesia pada tahun 2021 berdasarkan peta mangrove nasional yang dirilis oleh Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yaitu 3.364.076 Ha (KKP, 2021). Jenis vegetasi yang tumbuh yaitu jenis yang mampu beradaptasi dengan kondisi yang berubah-ubah dan memiliki jenis vegetasi dengan sistem perakaran dan kanopi yang rapat dan kokoh (Supardjo, 2008). Ekosistem mangrove merupakan kesatuan antara komunitas vegetasi mangrove dengan fauna dan mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang di daerah sepanjang pantai (Serosero et all, 2020).

Kawasan hutan mangrove Tongke-Tongke merupakan salah satu mangrove yang berada di Sulawesi Selatan tepatnya Kabupaten Sinjai Kecamatan Sinjai Timur di desa Tongke-Tongke, desa ini memiliki luas 4,75 km yang secara umum adalah kawasan konservasi hutan mangrove yang cukup luas dan juga pertanian (Sabir, 2020). Saat ini kawasan hutan Mangrove Tongke-Tongke telah menjadi hutan lindung dan dijadikan sebagai tempat wisata dan laboratorium pengembangan mangrove (Lestari, 2019)

Kawasan hutan mangrove dapat memberikan manfaat ekonomi, tujuan pertanian dan perikanan (Anwar dkk, 2021) selain itu tanaman mangrove dapat dimanfaatkan karena tanaman mangrove tidak dilindungi ataupun dilarang untuk digunakan dari bagian-bagian tanaman tersebut, misalnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kosmetik atau bahan tekstil (Dirjen P2HP, 2015). Selain dari segi ekonomi, hutan mangrove juga dapat memberikan manfaat dalam melindungi pantai, sebagai tempat pemijahan, mencari makan berbagai jenis ikan, udang dan beberapa biota lainnya, mencegah intrusi air laut (Patty, 2022), dan dikatakan bahwa mangrove dengan lebar 100 meter ke daratan dapat mereduksi tinggi gelombang 13%-16% sehingga mencegah abrasi yang terjadi pada daerah

pesisir (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2015). Fungsi dan manfaat hutan mangrove akan mempengaruhi ekosistem mangrove itu sendiri dan dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi maka akan terjadi eksploitasi sumberdaya alam yang berlebihan.

Hutan mangrove termasuk ekosistem yang tidak terpengaruh oleh iklim tetapi faktor edafis yang sangat dominan mempengaruhi keberadaan komunitas ini (Indriyanto, 2006). Selain itu aktivitas antropogenik juga menjadi faktor yang mempengaruhi keberadaan komunitas mangrove (Samsoedin, 2009) seperti kegiatan alih fungsi lahan, untuk budidaya tambak, dan perkebunan menjadi masalah utama penyebab kerusakan ekosistem mangrove. Sebaran vegetasi mangrove sangat mempengaruhi keberadaan komunitas mangrove dan juga berperan besar dalam penyimpanan cadangan karbon (Rahardjo et al, 2016).

Namun pemilikan dan penguasaan lahan pertanian yang sempit merupakan salah satu pendorong masyarakat untuk mengkonversi sebagai lahan mangrovenya menjadi lahan budidaya seperti sawah, kebun, tambak dan pemukiman (Ritohardoyo, 2011). Konversi penggunaan lahan dari penutup lahan yang satu menjadi penutup lahan yang lain menjadikan suatu ekosistem mangrove mengalami penurunan luas dan tingkat kerapatan (Purwanto, 2014) serta hal ini dapat menyebabkan terjadinya perubahan pola sebaran dari sisi spesies maupun luasan (Sahami, 2018) karena sebaran vegetasi mangrove sangat mempengaruhi keberadaan komunitas mangrove (Raharjo et al, 2016). Potensi penurunan luas dan tingkat kerapatan mangrove yang dapat mengganggu kestabilan dan fungsi keberadaan mangrove itu sendiri akan semakin besar potensi terjadinya pada daerah yang dekat dengan pusat kegiatan ekonomi (Hernandi et al, 2014). Degradasi kawasan mangrove perlu menjadi perhatian agar fungsi dan peran mangrove dapat terjaga, kerusakan yang disebabkan oleh alam sulit dikendalikan namun pengetahuan dan pengelolaan aktivitas manusia dapat membantu mencegah dan mengurangi kerusakan.

Kajian tentang mangrove dapat dilakukan dengan pengukuran langsung di lapangan namun, tidak efektif jika dilakukan dikawasan yang luas sehingga solusi untuk hal ini yaitu dengan menggunakan metode penginderaan jauh dan mengkombinasikannya dengan data lapangan sehingga menjadi metode yang efektif dan lebih mudah (Heumann, 2011). Ekosistem mangrove merupakan salah satu obyek yang dapat diidentifkasi menggunakan teknologi penginderaan jauh, sebaran dan kerapatan suatu kawasan mangrove dapat diketahui dengan

menggunakan metode pengindraan jauh yang dikombinasikan dengan data yang diperoleh langsung dilapangan (Hirata et al, 2014). Pemetaan spasial dapat digunakan untuk mengetahui kondisi vegetasi mangrove untuk kepentingan konservasi sumberdaya dan pembangunan berkelanjutan (Ghorbanian, 2021).

Salah satu pengolahan citra satelit untuk mengetahui kondisi vegetasi mangrove yaitu dengan menggunakan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang menghasilkan transformasi vegetasi indeks sebagai parameter dalam melihat kondisi vegetasi dalam hal kerapatan kanopi dalam suatu wilayah (Putra, 2018). Selain kerapatan vegetasi, tinggi pohon juga menjadi parameter penting untuk mengetahui kondisi suatu vegetasi (pendugaan biomassa) yang dapat disandingkan dengan parameter yang lainnya (Peng et al, 2021), untuk mengetahui hal ini juga dapat menggunakan pengideraan jauh dengan citra drone atau pengambilan foto udara dengan pesawat tak berawak/UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*).

Berdasarkan hal tersebut, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian terkait sebaran spasial di kawasan hutan mangrove Tongke-Tongke kecamatan Sinjai Timur kabupaten Sinjai untuk memperoleh data dan informasi spasial mengenai gambaran wilayah dalam hal kerapatan, luas dan tinggi hutan mangrove dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh mengingat mangrove di Tongke-Tongke dimanfaatkan secara besar-besaran dalam bidang wisata dan juga diselingi dengan aktifitas masyarakat setempat terkait budidaya tambak.

1.2. Rumusan Masalah

1.2.1 Bagaimana sebaran spasial vegetasi hutan mangrove Tongke-Tongke Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai

1.2.2 Bagaimana kerapatan kanopi dan tinggi pohon hutan mangrove Tongke-Tongke Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai

1.2.3 Bagaimana hubungan kerapatan pohon dengan kerapatan kanopi hutan mangrove Tongke-Tongke Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu:

1.3.1 Menganalisis sebaran spasial hutan mangrove Tongke-Tongke Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai

1.3.2 Menganalisis kerapatan kanopi dan tinggi pohon hutan mangrove Tongke-Tongke Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai

1.3.3 Menganalisis hubungan kerapatan vegetasi dengan kerapatan kanopi hutan mangrove Tongke-Tongke Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait data sebaran dan tingkat kerapatan mangrove yang ada di Kawasan Hutan Mangrove Tongke-Tongke Kecamatan Sinjai Timur sehingga dapat mendukung pengelolaan hutan mangrove untuk mencapai pemanfaatan yang lebih lestari berdampingan dengan aktivitas-aktifitas yang terjadi disekitar kawasan hutan mangrove.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan hutan mangrove Tongke-Tongke, pengamatan sebaran spasial vegetasi menggunakan penginderaan jauh dengan citra satelit sentinel-2A dan citra drone yang dilakukan pada seluruh kawasan mecakup luas dan tingkat kerapatan kanopi serta tinggi vegetasi mangrove, dan untuk pengambilan data lapangan mencakup kerapatan individu pohon, pola sebaran dan tinggi pohon sebagai validasi data hasil penginderaan jauh.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hutan Mangrove

Hutan mangrove merupakan tipe hutan yang memiliki faktor fisik yang ekstrim, dijelaskan bahwa ekosistem mangrove menurut Perpres No 73 tahun 2012 tentang Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove merupakan kesatuan antara komunitas vegetasi mangrove yang berasosiasi dengan mikroorganisme dan fauna untuk tumbuh dan berkembang pada kawasan pantai dalam membentuk keseimbangan lingkungan hidup yang berkelanjutan.

2.1.1 Definisi Mangrove

Mangrove adalah formasi tanaman peisisir yang menjadi karakteristik dari kawasan subtropis dan tropis, tumbuh dan berkembang di daerah yang berlumpur yang melindungi garis pantai (Maulidia et al, 2022). Mangrove terdiri atas spesies pohon ataupun semak yang tumbuh di daerah yang memiliki fluktuasi faktor lingkungan yang tinggi (Muarif, 2017), tersebar di wilayah pasang surut antara laut dan daratan di daerah tropis dan subtropis yang tumbuh pada lingkungan dengan salinitas yang tinggi, sedimentasi yang tinggi, suhu yang tinggi, pasang surut yang ekstrim, dan tanah yang berlumpur (Giri et al, 2010). Dari lingkungan yang esktrim memicu respon baik secara morfologi maupun fisiologi pada mangrove untuk beradaptasi yaitu dengan membentuk sistem perakaran dan buah yang unik, terbentuknya struktur anatami pada daun seperti kelenjar garam dengan mekanisme pengeluaran garamnya (Idrus, 2014).

Tumbuhan mangrove mengalami siklus saat sudah dewasa akan berbunga dan menghasilkan buah dan biji, beberapa tumbuhan mangrove memiliki biji yang telah berkecambah meskipun buahnya masih berada di pohon yang dapat disebut sebagai biji vivivari atau dikenal dengan nama propagul (Rizki, 2017). Jenis bibit mangrove yang pertumbuhannya baik memiliki jumlah daun sebanyak 7 helai dan jika tinggi bibit mencapai 55 cm maka telah memenuhi syarat untuk siap tanam, namun pertumbuhan bibit mangrove dapat terhenti jika pucuk tidak terbuka yang ditandai dengan daun layu dan menjadi kering dan pada akhirnya mati (Primantara, 2019). Selain pembibitan, pertumbuhan mangrove juga dipengaruhi

oleh kondisi lingkungan yaitu mangrove tumbuh dengan baik pada suhu >20°C dan perbedaan suhu tidak melebihi 5°C, sehingga suhu subtsrat sebagai tempat melekatnya mangrove harus optimal karena memiliki peranan penting dalam menguraikan bahan mineral di habitat mangrove (Hariphin, 2016).

Setiap jenis memiliki sistem perakaran yang berbeda yang dapat memberikan manfaat sesuai dengan kondisi wilayahnya (Zainal, 2021). Indonesia sendiri memiliki keanekaragaman jenis mangrove yang paling tinggi, ditemukan sebanyak 202 jenis yang terdiri dari 89 jenis pohon, 5 jenis palma, 19 jenis pemanjat, 44 jenis herba tanah, 44 jenis epifit dan 1 jenis paku (Khaerunnisa, 2020). Jenis mangrove yang banyak ditemukan yaitu jenis *Avicennia*, *Rhizopora*, *Bruguiera*, dan *Sonneratia* yang tergolong sebagai mangrove utama (Warsidi, 2017).

Eksositem mangrove dibagi menjadi dua jenis berdasarkan ada atau tidaknya intervensi dari manusia yaitu mangrove alami yang tumbuh tanpa campur tangan manusia dan magrove rehabilitasi yang tumbuh karena adanya upaya rehabilitasi mangrove yang telah rusak (Rofi'i, 2021). Selain itu, ekosistem mangrove juga dikenal dengan beberapa tipe jenis yaitu mangrove sejati utama atau mayor merupakan mangrove yang tumbuh pada wilayah pasang surut yang membentuk tegakan murni, mangrove sejati tambahan (minor) merupakan komponen yang ditemukan didaerah tepi dan jarang membentuk tegakan dan terakhir mangrove ikutan merupakan tumbuhan yang tidak tumbuh bersama komunitas mangrove sejati melainkan tumbuh bergabung bersama tumbuhan daratan (BPSPL, 2021).

2.1.2 Fungsi Mangrove

Hutan mangrove secara ekologi merupakan eksositem yang sangat penting karena daya dukungnya bagi stabilitas ekosistem kawasan pesisir sehingga dapat dilihat bahwa mangrove memiliki fungsi secara ekologis, sosial dan ekonomi. Secara ekologi ekosistem ini memberikan banyak jasa dalam hal sebagai habitat pembibitan bagi banyak hewan laut, dari segi perikanan, pemurnian air, stabilitas garis pantai (Chen, 2017). Selain itu bagian dari tumbuhan mangrove berperan dalam siklus karbon, nitrogen dan sulfur (Caesaria, 2021) sehingga pelestarian ekosistem mangrove berperan dalam mitigasi perubahan iklim global hal ini dikarenakan tumbuhan mangrove mampu menyerap

karbondioksida dan mengubahnya menjadi karbon organik yang disimpan dalam biomassa tubuhnya (Senoaji, 2016).

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa hutan yang berada di daerah tropis yang memiliki rata-rata kandungan karbon sebesar 1.023 Mg per hektar yaitu hutan mangrove, sehingga 49-98%. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa mangrove merupakan hutan didaerah tropis dengan rata-rata kandungan karbon sebesar 1.023 Mg karbon per hektar, sekitar 49-98% simpanan karbon terdapat pada tanah berorganik dengan kedalaman 0,5m – 3m (Melati, 2021).

Selain pemanfaatan secara ekologis, kawasan hutan mangrove juga berfungsi dalam bidang ekonomi, bentuk pemanfaatan lainnya yaitu masyarakat disekitar kawasan mangrove memanfaatkan biota yang ada di ekosistem hutan mangrove seperti kerang, kepiting dan biota yang berasosiasi dengan mangrove, untuk dijual dan dikonsumsi (Suyadi, 2021).

2.1.3 Distribusi Mangrove

Pada tahun 2016 Statistik global menunjukkan bahwa luasan mangrove yang dikembangkan oleh Global Mangrove Watch sekitar 135.882 km^2, dan kawasan mangrove terluas terdapat di Asia dan salah satu negara dengan luas mangrove terbesar yaitu Indonesia (Ramena, 2020) dengan luas 3.364.076 Ha berdasarkan peta mangrove nasional yang dirilis oleh KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan) di tahun 2021

Peran ekosistem mangrove sebagai penghubung ekologis melalui produktivitas tinggi dibandingkan dengan ekosistem lainnya memiliki pengaruh yang besar terhadap keberadaan sebaran ekosistem mangrove, secara geografis sebaran spasial dan temporal mangrove dipengaruhi oleh keanekaragaman hayati, komposisi dan struktur populasi mangrove, termasuk produktivitas ketahanan mangrove terhadap lingkungannya (Valentino, 2022).

Distirbusi spasial atau sebaran spasial seringkali berkaitan dengan geopasial merupakan sesuatu yang berada dalam konteks yang sama berkaitan dengan geografis. Sistem informasi geografis adalah sistem yang menekankan pada tempat atau lokasi yang terletak pada permukaan bumi, terkait dengan posisinya dan beberapa ketrangan mengenai objek tersebut. Sebaran spasial pada tanaman memiliki peran penting dalam komunitas ekologi, menjadi dasar

untuk mengetahui keberadaan dan kelimpahan suatu jenis pohon, sebaran spasial dapat dipengaruhi oleh topografi, kelembaban tanah, posisi pohon induk dan celah kanopi (Ardhana et al, 2019).

Teknik yang digunakan oleh sistem informasi geografis termasuk bagian dari analisis spasial, hasil dari analisis spasial akab regantung pada objek yang ada di lokasi, ada beberapa manfaat dari analisis itu sendiri yaitu dapat memetakan, membuat dan memilih serta menganalisis raster berbasis sel, melakukan analisis pada data vector/raster yang terintegrasi, memperoleh informasi baru dari data yang sudah ada, memilih beberapa informasi dari beberapa layer data yang sudah ada, dan mengintegrasikan sumber data raster dan data vector (Sandi, 2012). Berdasarkan hal ini semua jenis analisis memiliki fungsi tertentu, jenis analisis spasial terdiri atas beberapa yaitu *query* basis data, model permukaan digital, klasifikasi, dan pengubahan unsur-unsur spasial (Bateman, 2012). Sehingga analisis spasial mepertimbangkan berbagai aspek untuk menentukan zonafikasi yang ada pada wilayah kajian, membantu penataan ruang (Anasiru, 2016).

Klasifikasi dan pemetaan vegetasi merupakan tugas teknis yang penting untuk pengelolaan sumber daya alam karena vegetasi menyediakan basis bagi semua makhluk hidup (Xie, 2008). Mangrove merupakan salah satu objek yang dapat diidentifikasi menggunakan teknologi penginderaan jauh (Lasalle et al, 2023). Dari hal tersebut dapat diketahui kerapatan suatu mangrove yang dapat memberikan informasi terkait dengan kelimpahan spesies namun, pertumbuhan optimal suatu mangrove untuk memperoleh struktur yang rapat didasari dengan kondisi lingkungannya yaitu dengan adanya keberadaan air tawar dan lingkungan yang banyak mengandung lumpur (Sahami, 2018).

Ekosistem mangrove dalam membentuk susunan vegetasi dimulai dari arah laut hingga masuk ke daratan yang biasa disebut sebagai zonasi mangrove (Sunarni, 2019), zonasi ini terbentuk akibat pengaruh dari perubahan pasang surut Zonasi adalah kumpulan suatu vegetasi yang berdekatan serta memiliki sifat yang sama atau tidak sama sekali meskipun tumbuh dalam ruang yang sama (Mughofar, 2018). Mangrove dapat hidup pada bebagai tipe geomorofologi yaitu terbagi menjadi 3 formasi mangrove sungai, mangrove muara dan mangrove pantai (Rosadi, 2018) dan secara sederhana zonasi hutan mangrove terbagi menjadi zona mangrove terbuka yaitu daerah yang berhadapn langsung dengan laut yang didominasi oleh jenis *Sonneratia alba* yang sangat dipengaruhi oleh air

laut, zona mangrove tengah yaitu zona yang berada setelah zona terbuka yang didominasii oleh jenis *Rhizopora* , zona mangrove payau yaitu zona yang berada disepanjang air payau hingga air tawar yang didominasi oleh jenis *Nypa* atau *Sonneratia*,dan terakhir zona mangrove daratan yang terletak hampir dibelakang jalur hijau mangrove sebenarnya, jenis yang tumbuh pada zona ini yaitu *Ficus, Instia, Nypa, Pandanus,* dan *Xylocarpus* (DPRL, 2019).

Berdasarkan pembagian zona pada kawasan mangrove menjadikan jenis-jenis penyusun mangrove dapat digolongkan berdasarkan tingkat toleransi terhadap kadar garam dan flutuasi permukaan air laut dan pantai (Kolinug, 2014). Secara struktur mangrove di Indonesia lebih bervariasi dibandingkan mangrove di negara lainnya, mangrove di Indonesia dapat ditemukan mulai tegakan *Avicennia marina* dengan ketinggian 1-2 meter di daerah yang tergenang air laut hingga tegakan campuran antara *Bruguiera, Rhizoporan* dan *Ceriops* dengan ketinggan lebih dari 30 meter yang dapat ditemukan di Sulawesi Selatan, dikawasan pantai terbuka dapat ditemukan Sonneratia alba, dan *Avicennia alba*, sedangkang untuk sekitaran sungai dengan salinitas yang rendah dapat dijumapai *Nypa fruticans*, dan *Sonneratia caseolaris* (Karminarsih, 2007).

Setiap jenis mangrove memiliki karakteristik yang dipengaruhi oleh lingkungan seperti salinitas, selain pengklasifikasian berdasarkan tingkat toleransi salinitas, dikemukakan oleh Maulidia et al, 2022 bahwa sebaran mangrove juga dapat diklasifikasikan menjadi enam tipe berdasarkan penggenangan air laut yaitu a). *Overwash mangrove forest,* merupakan kawasan yang bertemu langsung dengan air laut sehingga mangrove yang tumbuh dikawasan ini sering terbilas oleh air laut, pada tipe ini tinggi pohon maksimum sekitar 7 meter; b) *Fringe mangrove forest*, mangrove ini berada di sepanjang terusan air, tinggi maksimum pohon mangrove yang berada dikawasan ini sekitar 10 meter; c) *Riverine mangrove forest*, berada dikawasan sepanjang daerah pasang surut sungai dan teluk atau dapat disebut sebagai pembilasan regular, tinggi rata-rata pohon mangrove yang berada dikawasan ini yaitu 18-20 meter, biasanya kawasan ini ditumbuhi oleh tanaman Rhizopora; d) *Basin mangrove forest*, kawasan ini biasanya ditumbuhi mangrove yang kecil terletak dibagian rawa karena tekanan tanah sehingga kawasan ini berbentuk cekungan, tinggi pohon mangrove yang berada dikawasan ini yaitu mencapai 15 meter; e) *Hammock forest,* ditemukan pada lokasi yang sedikit lebih tinggi disbanding area sekitarnya, tinggi pohon mangrove dikawasan ini kurang dari 5 meter; dan f) *Scrub or dwarf forest*, ditemukan dipinggiran yang

rendah, jenis ini jarang melebihi 1,5 meter sehingga tergolong kedalama mangrove yang kerdil

2.2. Desa Tongke-Tongke, Sinjai Timur

Tongke-Tongke termasuk salah satu desa di Kecamatan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai dan merupakan desa hasil pemekaran dari kelurahan Samataring di tahun 2002 dengan luas wilayah 4,7 km^2, desa ini berbatasan dengan keluarahan Samataring disebelah Utara, teluk bone disbelah timur, desa Panaikang di sebelah selatan dan desa Kaloling disebelah Barat, Secara topografi desa Tongke-Tongke merupakan daratan rendah dengan ketinggian dari permukaan laut ± 0-500—mdpl. Secara umum desa ini memiliki iklim dengan curah hujan 2.813,00 mm/tahun dan suhu rata-rata harian yaitu 25,00 °C serta jenis dan kesuburan tanahnya rata-rata berwarna abu-abu dengan tekstur tanah berpasir.

Tongke-Tongke merupakan salah satu desa di Sulawesi Selatan yang masih memiliki hutan mangrove yang cukup luas, salah satu keunggulan hutan mangrove tongke-tongke ini karena terbangun atas karya dan swadaya masyarakat setempat sehingga berbasis masyarakat, Dikemukakan oleh H. Taiyeb salah satu pelopor penanaman mangrove di Tongke-tongke di tahun 2019 dalam jurnal Lestari (2019) bahwa keberadaan mangrove di desa Tongke-Tongke ini berawal dari rehabilitasi pantai yang dilakukan secara swadaya oleh masyarakat setempat. Upaya penanaman ini dimulai pada tahun 1930-an, dan pada tahun 1940-1980-an mangrove yang ditanaman oleh masyarakat mengalami kerusakan karena abrasi dan alih fungsi lahan menjadi lahan tamabak meski demikian masyarakat setempat tidak berhenti untuk tetap mengembangkan dan mengelola mangrove tersebut hingga menjadi kawasan mangrove yang luas (Fitra, 2018). Pengembangan kawasan mangrove ini dilakukan oleh kelompok Pelestari Sumber Daya Alam Aku Cinta Indonesia (PSDA ACI) untuk menyelamatkan lingkungan dari abrasi pantai. Kementerian Perikanan dan Kelautan menjadikan kelompok ini sebagai pengelola pada tahun 2015 setelah kawasan hutan mangrove di Desa Tongke-Tongke menjadi salah satu kawasan yang memperoleh bantuan langsung dari pemerintah untuk pengembangan wilayah pesisir (Arfan, 2017).

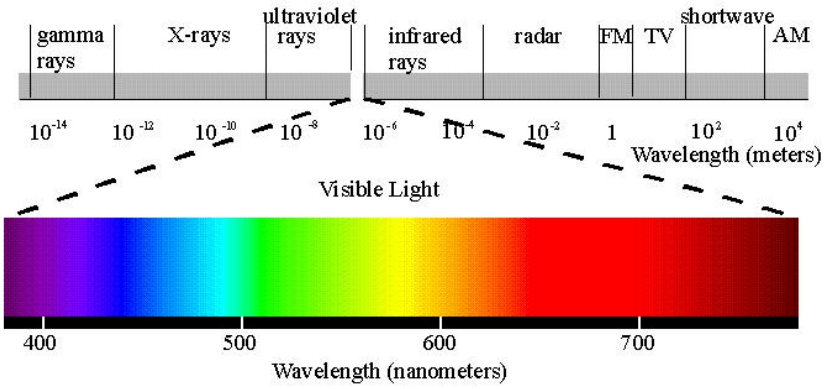
Hutan mangrove Tongke-Tongke memiliki keanekaragaman hayati yang kaya sebagai ekosistem pesisir, jenis mangrove yang diswadaya oleh masyarakat

setempat yaitu jenis bakau (Rhizopora), Avicennia, dan *Niva fructicans*, mangrove Tongke-Tongke juga berasosiasi dengan jenis fauna seperti serangga, ular pohon, butung bangau, burung belibis, dan beberapa fauna lautan (Wahdaniar et al, 2019).

2.3. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh menurut Lillesan dan Kiefar (1979) dalam (Syah 2010) yaitu ilmu atau seni untuk mendapatkan informasi tentang obyek, area atau fenomena melalui analisa terhadap data yang diperoleh menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan obyek, area atau fenomena yang dikaji. Informasi diperoleh melalui sensor satelit, kemudian informasi yang sesuai dengan objek yang dikasi diolah, dianalisa, dan diinterpretasikan dan disajikan dalam bentuk informasi spasial.

Penginderaan jauh berbasis satelit yang berkemampuan merekam permukaan bumi yang sulit untuk dijangkau secara teresterial (Fitriya, 2022). Hal ini dilakukan dari jarak yang jauh yang memerlukan tenaga penghubung untuk membawa data obyek ke sensor sehingga data tersebut direkam dengan tiga cara yaitu dengan distribusi daya (force), distribusi gelombang bunyi dan distribusi tenaga elektromagnetik (Handayani, 2003). Berikut nilai spektrum dari panjang gelombang elektromagnetik dan frekuensi tertentu pada gambar 2.



Gambar 1. Spektrum gelombang elektromagnetik (Rizal, 2018).

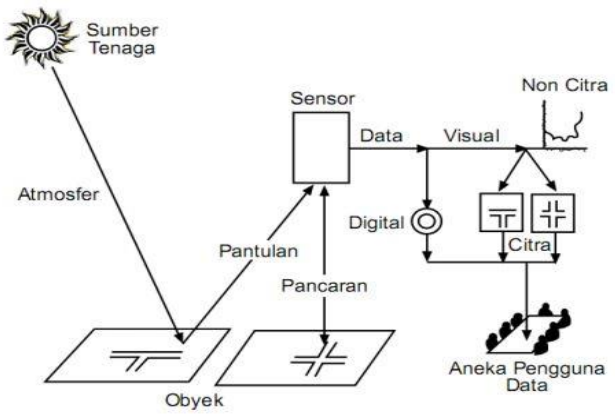
Pada gamber spektrum elektromagnetik tersusun atas dasar panjang gelombang (m) berupa kisaran energi yang rendah, panjang gelombang yang tinggi dan frekuensi rendah. Perbedaan panjang gelombang pada setiap warna dari gelombang cahaya dapat dilihat pada tabel 1. Spektrum elektromagnetik

terlihat luas, namun meski demikian tidak semua dapat digunakan dalam penginderaan jauh, hanya spektrum yang menembus atmosfer.

Tabel 1. Panjang gelombang warna di spektrum elektromagnetik (Rizal, 2018)

No	Warna	Panjang Gelombang (nm)
1	Merah	625-740
2	Jingga	590-625
3	Kuning	565-590
4	Hijau	520-565
5	Biru	435-520
6	Nila	400-435
7	Ungu	380-400

Penginderaan jauh memberikan peluang untuk menyajikan kebutuhan data permukaan bumi sehingga memudahkan pengguna untuk mengetahui kondisi dalam menganalisis suatu wilayah dengan tujuan tertentu, dengan demikian dapat digunakan untuk perencanaan dan pengambilan kebijakan oleh pemangku kepentingan dalam berbagai bidang, kebutuhan data untuk berbagai bidang seperti perencaanaa, monitoring, mitigasi, analisis, evaluasi dan dimanfaatk juga dalam bidang keamanan dan pertahanan (Shati, 2015). Sistem penginderaan jauh dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Skema sistem penginderaan jauh (Muhsoni, 2015).

Pada penginderaan jauh memiliki beberapa komponen yang penting, dalam Muhsoni 2015 menjelaskan terdapat empat komponen yaitu sumber radiasi, atmosfer, objek , dan sensor.

1. Sumber radiasi yang berasal dari gelombang elektromagnetik dapat berupa pantulan panas dari permukaan bumi dan pantulan sinar matahari, sumber radiasi yang berasal dari sinar matahari merupakan sistem penginderaan jauh

pasif sedangkan yang menggunakan tenaga pulsa merupakan sistem aktif seperti radar.

2. Atmosfer, merupakan salah satu komponen yang berupa uap air, debu, dan gas. Saat energi elektromagnetik melewati atmosfer maka akan berbentuk hamburan atau distorsi.
3. Objek, merupakan komponen berupa fenomena yang terdapat di permukaan bumi seperti tanah, air, vegetasi, dan hasil budidaya dari manusia.
4. Sensor merupakan komponen yang merekam energi elektromagnetik yang berinteraksi dengan permukaan bumi dan atmosfer, misalnya kamera udara,scanner, dan radiometer. Digunakan untuk mendeteksi, melacak, dan merekam suatu objek dalam jangkauan tertentu.

Saat ini dengan kemajuan teknologi, analisis suatu vegetasi dapat memanfaatkan teknologi penginderaan jauh untuk memperoleh informsi luas, perubahan tutupan, omposisi spesies, biomassa, kerapatan dan keadatan karbon (Sathish et al, 2021). Penginderaan jauh dapat digunakan pada wilayah kajian yang luas dan susah dijangkau secara langsung, salah satu wilayah kajian yang sulit diakses karena kondisi vegetasinya yang rapat yaitu vegetasi mangrove. Informasi penting pada mangrove yaitu status dan kondisinya yang lebih efektif disajikan dalam bentuk spasial atau keruangan sehingga dapat memberikan gambaran holistik (Liu et al, 2008). Deteksi objek mangrove didasarkan pada tiga hal yaitu vegetasi yang memiliki zat hijau daun (klorofil), substrat sebagai tempat tumbuhnya, dan genangan air laut, sehingga pengolahan citra untuk mangrove berhubungan dengan *band* yang dapat membedakan ketiga objek tersebut (Kuenzer et al, 2011). Dalam membedakan kawasan mangrove dengan non mangrove dapat dilihat pada warna yang berbeda karena mangrove memiliki respon pantulan yang spesifik pada spektrum *band* NIR (*Near Infra-Red*) dan *band* SWIR (*Short Wafe Inra-Red*) yang dimiliki oleh citra satelit (Dharmawan et al, 2020).

3.5.1. Citra Digital

Citra adalah kumpulan titik atau piksel berbentuk dua dimensi yang berwarna (Jumadi, 2021). Citra pada penginderaan jauh mempunyai sifat rentang *band* gelombang elektromagnetik yang dapat mendeteksi beberapa radiasi misalnya radiasi matahari yang terdeteksi lewat gelombang elektromagnetik medium, setiap hal yang ada di permukaan bumi memiliki refleksi yang berbeda

terhadap sinar matahri sehingga masing-masing akan memiliki resolsui berbeda untuk setiap *band* panjang gelombang (Has, 2018). Objek teridentifikasi oleh citra berdasarkan unsur-unsur interpretasi berupa warna, ukuran, tekstur, bentuk, bayang, pola, situs, dan asosiasi (Rahayu, 2015).

Pemanfaatan data citra telah banyak dilakukan untuk memetakan sumberdaya tanaman mangrove, jenis citra yang dapat digunakan ialah citra citra sentinel (Rafsenja, 2020). Citra sentinel-2 merupakan citra generasi baru yang dirancang oleh Europian Space Agency (ESA), memiliki resolusi yang tinggi sehingga bagus digunakan dalam analisis indeks vegetasi (Dharma dkk, 2022) juga peta deteksi perubahan lahan dan variabel geofisika.

Citra Sentinel-2 memiliki 13 band, 4 band beresolusi 10 m, 6 band beresolusi 20 m, dan 3 band beresolusi spasial 60 m dengan area sapuan 290 km (Putri dkk, 2021). Terdiri dari dua satelit kontelasi yaitu sentinel-2A dan sentinel-2B dengan ketinggian 786 km, dua satelit tersebut berjarak 180 derajat satu sama lain, satelit ini merupakan satelit resolusi menengah yang dapat digunakan untuk pengamatan operasional seperti tutupan lahan. Sentinel-2A memiliki resolusi temporal 10 hari (satelit tunggal) 5 hari (konstelasi gabungan) serta resolusi radiometrik 12 bit. Karakteristik dari citra Sentinel-2A dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Karaktersitik Citra Sentinel-2A (Oktaviani, 2017).

Kanal	Panjang gelombang (nm)	Resolusi (m)
Band 1 Coastal Aerosol	443	60
Band 2 Blue	443	10
Band 3 Green	560	10
Band 4Red	665	10
Band 5 Vegetation Red Edge	705	20
Band 6 Vegetation Red Edge	740	20
Band 7 Vegetation red Edge	783	20
Band 8 NIR	842	10
Band 8b Vegetation Red Edge	865	20
Band 9 Water Vapour	945	60
Band 10 SWR-Cirrus	1.380	20
Band 11 SWR	1.610	20
Band 12 SWR	2.190	20

Indeks vegetasi ialah algoritma yang diterapkan kepada citra satelit untuk melihat poin kerapatan suatu vegetasi atau aspek lain seperti tingkat degradasi, dan bahkan terhadap kerusakan akibat penyakit dan pencemaran pada suatu kawasan, terdapat tujuh indeks yang sering digunakan untuk mengkaji mangrove salah satu metode indeks vegetasi yaitu NDVI (*Normalized Difference Vegetation*

Index) (Philiani, 2016), NDVI sering dikenal sebagai indeks kehijauan yang memanfaatkan zat hijau daun (klorofil) hasil fotosintesis suatu vegetasi sehingga perhitungan band pada citra digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan. Efektifnya penggunaan NDVI sehingga dapat diaplikasikan untuk membedakan kawasan savana, hutan lebat, dan non hutan serta memperkirakan berbagai variabel pada suatu vegetasi seperti biomassa, konsentrasi klorofil, produktivitas tanaman, dan tutupan vegetasi. Variabel ini sering diperoleh dengan mengkombinasikan antara data penginderaan jauh dan data yang diambil di lapangan (Butt, 2018).

Nilai NDVI ini merupakan nilai yang digunakan untuk mengetahui tingkat kehijauan pada daun dengan panjang gelombang inframerah (Putri dkk, 2021) untuk mengetahui persebaran ruang terbuka hijau yang digunakan untuk perhitungan ruang terbuka hijau dengan didasarkan pada satuan pengamatan terkecil (piksel), apabila dalam satu piksel dijumpai beberapa tipe tutupan lahan, maka tipe tutupan lahan yang dianggap mewakili piksel tersebut diambil dari nilai rerata dari tipe tutupan lahan yang paling menonjol dibanding tipe lainnya.

NDVI dihitung berdasarkan perpiksel dari selisih normalisasi antara kanal merah dan inframerah dekat pada citra dengan menggunakan rumus NDVI, kemudian hasil yang diperoleh diklasifikasikan untuk mengetahui tingkat kerapatan berdasarkan nilai digital number pada citra satelit (Iqbal, 2019). Vegetasi yang aktif melakukan fotosintesis atau memiliki warna yang lebih hijau akan menyerap sebagian besar gelombang merah dan biru sinar matahari dan memantulkan gelombang inframerah dekat lebih tinggi, vegetasi yang sudah mati atau stress lebih banyak memantulkan gelombang merah dibandikan gelombang inframerah dekat (Noviliasari, 2020) atau secara singkat bahwa NDVI didasarkan pada permukaan vegetasi yang berbeda-beda sehingga mereflesikan kembali gelombang cahaya yang berbeda pula. Nilai index pada metode NDVI memiliki rentang antara -1 hinga 1 dengan nilai yang menginterpretasikan suatu vegetasi berada di rentang 0,1- 0,7 dan diatas nilai ini menggambarkan kesehatan suatu vegetasi (Irawan, 2016). Namun demikian, indeks vegetasi NDVI tetap memiliki kelemahan yaitu akibat efek atmosfer yaitu awan dan bayangan dari awan itu sendiri serta bayangan daro kanopi vegetasi (daun), efek saturasi yaitu berasal dari warna tanah, dan kualitas sensor (Huang et al, 2021).

3.5.2. Citra Drone/UAV (*Unmanned Aerial Vesichel*)

Foto udara adalah citra yang didapatkan dari ketinggian yang rendah dengan menggunakan pesawat yang berawak ataupun nir-awak dengan cara survei mengudara diatas permukaan bumi hingga memperoleh hasil yang detail (Salim dkk, 2018). Wahana yang digunakan untuk memperoleh citra tersebut disebut UAV dengan penerbangannya dikontrol secara mandiri oleh komputer atau dengan remot kontrol dari pilot (Rivai, 2021).

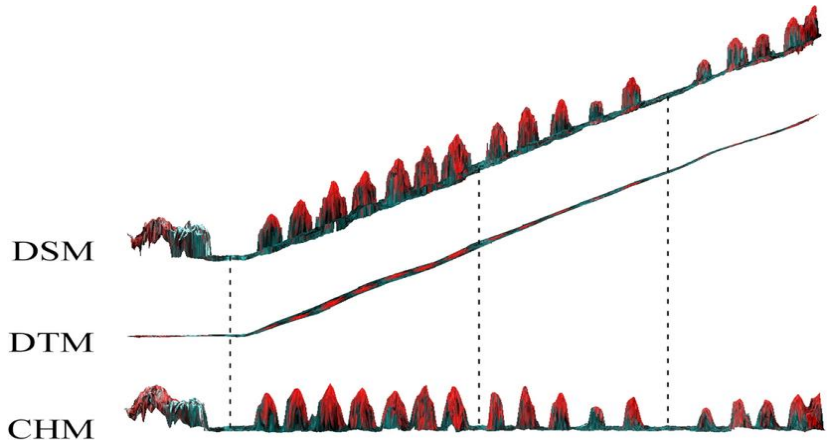
Pesawat tanpa awak (UAV) atau biasa disebut dengan drone dilengkapi dengan sistem pengendali terbang melalui gelombang, navigasi presisi, dan elektronik kontrol untuk penerbangan sehingga dapat terbang sesuai perencanaan terbang autopilot (Hartono, 2018). Penggunaan perangkat drone menjadi terobosan baru dalam pemantauan perubahan morfologi yang disebabkan oleh dinamika lingkungan karena kemudahan dan kemungkinan untuk memperoleh foto udara dengan resolusi yang tinggi, sehingga pemanfaatan penginderaan jauh sangat membantu dalam menilai dan memantau suatu ekosistem bahkan potensi yang ada diwilayah daratan ataupun perairan terkhusus diwilayah pesisir dan juga dalam menggunakan UAV dapat membantu dari segi waktu, tenaga dan biaya (Arfan et al, 2021).

Teknologi UAV mencapai hasil yang signifikan karena mampu menjangkau secara luas dengan resolusi tinggi yang disebabkan posisinya berada dibawah awan sengginga mampu mengurangi dampak dari gangguan awan, terkhususn pada teknologi UAV yang menggunakan sensor kamera RGB karena lebih fleksibel (Wu et al, 2020). Penggunaan teknologi UAV dapat dilakukan dengan menggunakan ketinggian yang berbeda-beda, variasi ketinggian terbang berguna untuk memperoleh gambar representative dengan tingkat akurasi yang tinggi dan pemetaan dalam skala detail untuk mengidentifikasi objek ataupun jenis pada suatu spesies (Islami, et al, 2021).

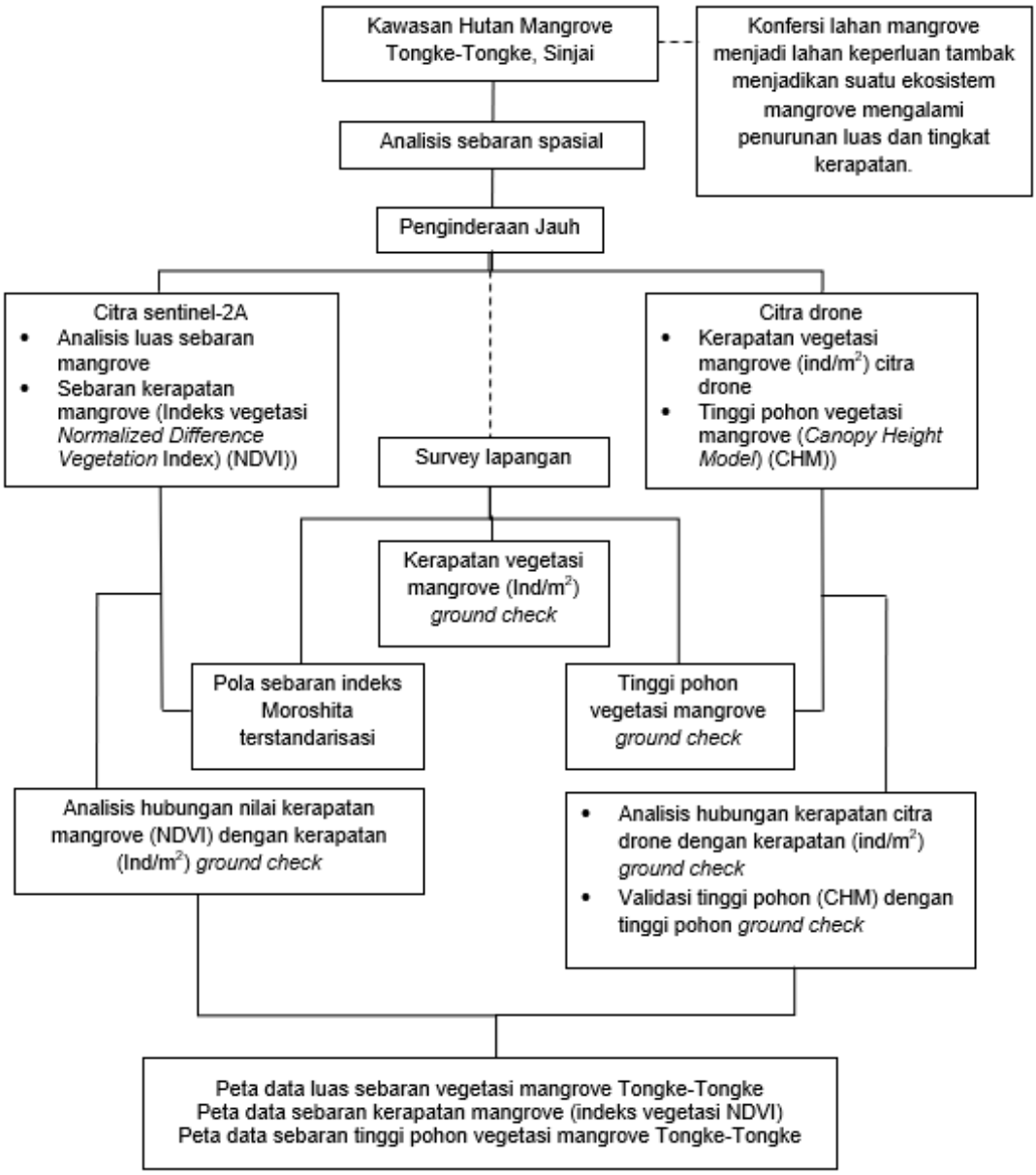
UAV terbagi menjadi tiga berdasarkan kemampuan terbangnya yaitu 1) *Tactical* UAV yang memiliki ukuran mikro sampai mini dengan kontrol jarak pendek dan menengah, jenis ini memiliki daya tahan selama tiga hari; 2) *Strategical* UAV memiliki kemampuan terbang hingga ketinggian 20 kilometer dengan daya tahan selama empat hari; dan 3) *Special Task* UAV yang digunakan untuk keperluan militer dan jenis yang banyak digunakan untuk pemetaan yaitu jenis *tactical* UAV (Prayudha, 2018). Teknologi ini dapat memberikan banyak keuntungan dengan resolusi yang tinggi dan didukung dengan software khusus yang digunakan dalam

suatu kawasan (Sugara et al, 2021). Foto udara dengan resolusi tinggi mampu memberikan informasi mendetail terkait kawasan termasuk tinggi pohon dan luas (Rumengan dkk, 2022).

Dalam inventarisasi vegetasi, CHM (*Canopy Height Models*) didefinisikan sebagai nilai tinggi pohon sehingga CHM menjadi salah satu metode yang digunakan untuk memperoleh nilai tinggi pohon, CHM memiliki dua pendekatan salah satunya yaitu dengan pendekatan berbasis raster. Pendekatan berbasis raster menggunakan nilai DSM (Digital Surface Model) dan nilai DTM (Digital Terrain Model), nilai DSM merupakan model yang menampilkan ketinggian permukaan dengan kehadiran objek diatasnya seperti tinggi pohon, bangunan dan objek apapun yang berada diatas permukaan, sedangkan nilai DTM merupakan model yang menampilkan permukaan tanah tanpa objek diatasnya (Saad et al, 2020) visualisasi dari kedua nilai ini dapat dilihat pada gambar 8 ,untuk memperoleh nilai CHM yaitu dengan mengurangkan nilai DTM dari nilai DSM (Hao et al, 2020).



Gambar 3. Visualisasi nilai DSM dan DTM untuk memperoleh nilai CHM (Hao et al, 2020).

Melalui hal ini, perhitungan tinggi pohon menggunakan penginderaan jauh akan meningkatkan akurasi dan mengurangi waktu dibandingkan metode konvensional, UAV dapat memberi peluang yang tinggi dalam melakukan inventraisasi hutan lebih terperinci dengan mudah dan efektif serta menghemat waktu dan biaya (Hematang et al, 2022).

2.4. Kerangka Konseptual