

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan produsen rumput laut terbesar kedua di dunia setelah Tiongkok, dan merupakan produsen utama rumput laut merah, khususnya kelompok *eucheumatoid*, *Kappaphycus* dan *Eucheuma* (Cai *et al.*, 2021). Seiring dengan perkembangan jaman dan kebutuhan manusia yang semakin meningkat, pemanfaatan sumber daya kelautan menjadi sebuah fokus utama dalam pengembangan ekonomi yang berkelanjutan (Polanunu & Kusumaningrum, 2022). Salah satu paradigma pembangunan ekonomi yang semakin populer adalah konsep *blue economy* atau ekonomi biru. Konsep *blue economy* menitikberatkan pada pemanfaatan sumber daya kelautan secara berkelanjutan, yang tidak hanya mengoptimalkan keuntungan ekonomi tetapi juga memperhatikan keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan sosial (Nham *et al.*, 2023). Rumput laut telah menjadi salah satu komoditas andalan di sektor perikanan dan kelautan, dengan potensi ekonomi yang tinggi.

Budidaya rumput laut menarik bagi pembudidaya di wilayah pesisir karena modal dan biaya operasional yang rendah, teknik budidaya yang tidak menuntut secara teknis, kebutuhan tenaga kerja yang relatif rendah (memungkinkan pembudidaya untuk melakukan mata pencaharian lain), dan siklus produksi yang pendek 30-45 hari, memberikan penghasilan tetap. Budidaya rumput laut di Indonesia dilakukan di sebagian besar wilayah Indonesia dan banyak dilakukan oleh pembudidaya kecil. Budidaya rumput laut dianggap sebagai mata pencaharian alternatif yang cocok bagi masyarakat pesisir yang dapat meningkatkan kondisi sosial ekonomi keluarga pembudidaya (Valderrama *et al.*, 2015; Mantri *et al.*, 2017). Rumput laut memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut. Dengan menyerap karbon dioksida (CO₂) dan menyediakan habitat bagi berbagai spesies, budidaya rumput laut dapat membantu mengurangi dampak perubahan iklim dan menjaga keanekaragaman hayati (Behera *et al.*, 2022). Kemampuan rumput laut dalam menyerap nutrisi dari perairan menjadikan komoditas ini sebagai salah satu komponen dalam pengembangan budidaya yang berbasis *blue economy*, dengan prinsip pengembangan di antaranya adalah produksi bersih (*zero waste*) dan keberlanjutan (*sustainability*).

Kappaphycus alvarezii, atau yang sering dikenal dengan sebutan "*cottonii*," adalah jenis rumput laut merah yang memiliki karakteristik pertumbuhan cepat dan kemampuan beradaptasi dengan berbagai kondisi perairan. Keberhasilan budidaya



tidak hanya akan memberikan manfaat ekonomi tetapi juga pelestarian lingkungan dan peningkatan kesejahteraan (Cai *et al.*, 2021). Dengan karakteristik pertumbuhan yang cepat, *K. alvarezii* menghasilkan hasil panen dalam waktu yang relatif singkat (Rimmer *et al.*, 2021). Hal ini menciptakan potensi untuk meningkatkan produksi dan kesejahteraan pembudidaya rumput laut. *Blue economy* pada budidaya rumput laut merupakan sebuah langkah strategis untuk memanfaatkan potensi lokal

secara optimal (Froehlich *et al.*, 2019; FAO, 2020; García-Poza *et al.*, 2020; Haque *et al.*, 2021).

Kappaphycus alvarezii adalah rumput laut komersial utama yang dibudidayakan di sekitar Sulawesi (Adhawati *et al.*, 2024). Budidaya rumput laut di Kabupaten Bone memiliki potensi besar untuk memberikan manfaat ekonomi yang signifikan, dari segi pendapatan, budidaya rumput laut dapat menjadi sumber pendapatan tambahan bagi masyarakat pesisir. Karagenan, dan senyawa alginat yang dapat diekstrak dari rumput laut, digunakan secara luas dalam industri pangan, farmasi, dan kosmetik (Valderrama *et al.*, 2013; Hurtado *et al.*, 2017). Dengan demikian, budidaya rumput laut tidak hanya menciptakan lapangan kerja tetapi juga memberikan kontribusi pada nilai tambah produk dan ekspor yang signifikan terhadap ekonomi dunia (Barillé *et al.*, 2025).

Kabupaten Bone menjadi daerah penghasil rumput laut pada urutan ke tujuh di Sulawesi Selatan setelah Takalar, Pangkep, Wajo, Jeneponto, Luwu dan Bulukumba, sebagai salah satu daerah dengan penghasil rumput laut di Sulawesi Selatan, dengan spesies yang paling banyak dibudidayakan yaitu jenis *K. alvarezii*. Produksi rumput laut Kabupaten Bone yang dilaporkan pada hingga tahun 2021 mencapai 195.344 ton (BPS, 2023), data ini membuktikan bahwa potensi rumput laut yang ada di Kabupaten Bone cukup besar. Dengan pengelolaan yang baik berbasis *blue economy* diharapkan terjadinya peningkatan produksi, luas area budidaya, peningkatan pengetahuan dan keterampilan budidaya, serta keberlanjutan, sehingga dapat meningkatkan produk domestik regional bruto (PDRB) Kabupaten Bone. Kabupaten Bone merupakan kabupaten terluas ketiga di Sulawesi Selatan setelah Kabupaten Luwu Utara dan Kabupaten Luwu Timur, dengan luas daerah 4.567.363 Km² (BPS, 2023), dengan panjang garis pantai 138 Km dengan 10 Kecamatan yang memiliki wilayah pesisir yang merupakan daerah pengembangan potensi kelautan dan perikanan di Kabupaten Bone (Pemkab Bone, 2017), sehingga diharapkan dapat menjadi lokasi sentra besar budidaya rumput laut di Sulawesi Selatan. Melihat potensi sumber daya laut dan perairan terutama pada wilayah pesisir Kabupaten Bone tentu perlu adanya strategi pengembangan dan penjagaan agar terjaga kondisi lingkungannya.

Pendekatan geospasial sebagai salah satu alternatif faktual dan presisi yang menjadi acuan untuk merumuskan *blue economy* di Kabupaten Bone. Pendekatan geospasial memberikan dimensi baru dalam pemahaman tentang lingkungan laut dan spasial, memungkinkan identifikasi lokasi optimal untuk budidaya (Sarjito *et al.*, 2022). Penggunaan teknologi geospasial, memungkinkan untuk pemetaan yang akurat dan pemantauan berkelanjutan terhadap ekosistem rumput laut serta faktor-



nya yang mempengaruhi budidaya rumput laut (Nurdin *et al.*, 2022). Pendekatan geospasial juga dapat digunakan untuk menganalisis potensi budidaya rumput laut. Dengan demikian, dengan pendekatan geospasial, dapat dirumuskan strategi *blue economy* yang berbasis geospasial, secara holistik, yang tidak hanya memperhatikan keberlanjutan tetapi juga memperkuat inklusi sosial ekonomi masyarakat lokal.

Beberapa penelitian tentang *blue economy* rumput laut yang telah dilakukan diantaranya Budidaya rumput laut untuk tujuan pembangunan berkelanjutan dan ekonomi biru di Bangladesh (Hossain *et al.*, 2021), rumput laut untuk pembangunan ekonomi biru berkelanjutan studi dari pantai tenggara Bangladesh (Ahmed *et al.*, 2022), potensi ekonomi biru untuk meningkatkan keberlanjutan ekonomi di Bangladesh (Sarker *et al.*, 2018), *blue economy* mendukung pertumbuhan ekonomi Indonesia (Nasution, 2022), *blue economy* meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir Kepulauan Sangkarrang (Harun, 2024). Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa budidaya rumput laut dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian lokal dan nasional (Hidayat & Safitri, 2019). Penelitian-penelitian tersebut menyoroti pentingnya pengelolaan yang berkelanjutan untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan dan masyarakat (Hasselström *et al.*, 2018).

Semakin berpotensi suatu wilayah terhadap keberlangsungan hidup manusia, maka semakin besar pula peluang adanya eksploitasi sumber daya, maupun tata cara pengelolaan atau pemanfaatan sumber daya hayati lautan yang tidak tepat, akan menyebabkan kerusakan lingkungan laut bahkan memungkinkan adanya kepunahan sumber daya. Konsep *blue economy* melibatkan pemanfaatan sumber daya kelautan dan perairan secara efisien untuk menciptakan keberlanjutan ekonomi, lingkungan, dan sosial (Fahri *et al.*, 2022).

Pengembangan budidaya rumput laut di Kabupaten Bone masih terus dilakukan. Hal ini dilakukan untuk mendukung kebijakan daerah yang bertujuan untuk meningkatkan nilai produksi dan sumber pendapatan ekonomi masyarakat pesisir. Dengan memanfaatkan pendekatan geospasial, penelitian ini dapat memetakan lokasi budidaya eksisting, menilai kesesuaian perairan, serta mengidentifikasi potensi dan tantangan dalam pengembangan industri rumput laut berbasis *blue economy* untuk memberikan landasan ilmiah dalam mendukung pengelolaan budidaya rumput laut yang berkelanjutan di Kabupaten Bone. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pembudidaya dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha mereka melalui pemilihan lokasi yang optimal serta penerapan strategi budidaya yang lebih adaptif terhadap perubahan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dirumuskan masalah penelitian antara lain:

1. Bagaimana dinamika luas lahan budidaya rumput laut selama 36 bulan (2022-2024) menggunakan citra satelit resolusi tinggi?



2. Bagaimana kesesuaian perairan untuk budidaya rumput laut dan kondisi sosial budidaya rumput laut di Kabupaten Bone?
3. Bagaimana keberlanjutan kegiatan budidaya rumput laut di Kabupaten Bone?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian rumusan permasalahan, penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

1. Memetakan dinamika luas lahan budidaya rumput laut selama 36 bulan (2022-2024) menggunakan citra satelit resolusi tinggi.
2. Menganalisis kesesuaian perairan untuk budidaya rumput laut dan menganalisis sosial ekonomi kegiatan budidaya rumput laut di Kabupaten Bone.
3. Menyusun strategi keberlanjutan kegiatan budidaya rumput laut sebagai bagian dari *Blue Economy* di Kabupaten Bone.

1.4 Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi pemerintah, sebagai bahan acuan pembuatan RPJMDES, RPJMD, dan serta menetapkan kebijakan lain yang berfokus pada pengelolaan kegiatan budidaya rumput laut di Kabupaten Bone.
2. Bagi pembudidaya, sebagai bahan informasi bagi pembudidaya rumput laut tentang pentingnya keberlanjutan dalam menjaga mata pencaharian.
3. Bagi akademisi, sebagai bahan pembanding, pelengkap atau referensi bagi penelitian lainnya.

1.5 Batasan Penelitian

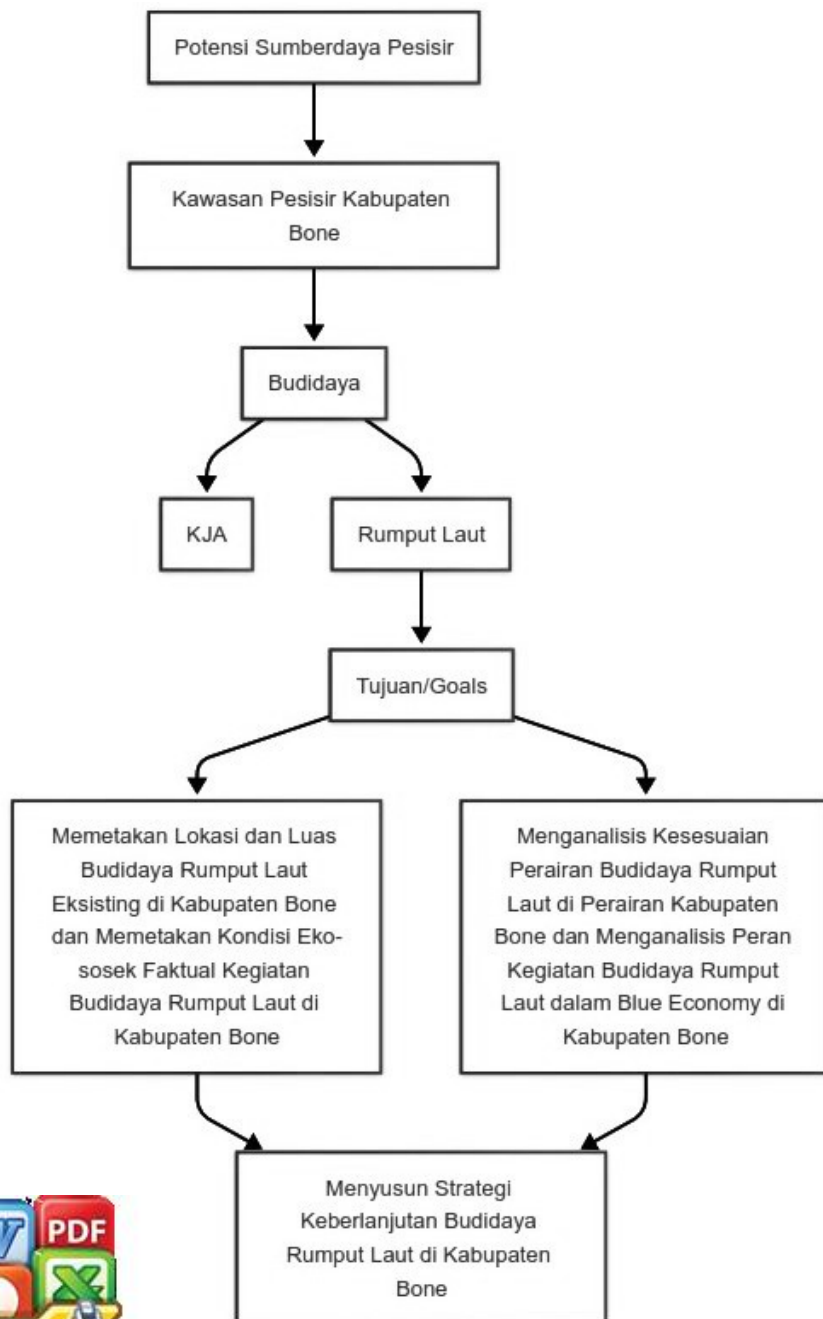
Adapun Batasan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini secara spesifik dilakukan di kawasan pesisir Kabupaten Bone dengan fokus utama pada kelurahan yang menjadi sentra budidaya rumput laut yaitu Kelurahan Waetuo, Kelurahan Palette, dan Kelurahan Mallari.
2. Studi dilakukan selama empat bulan pada April – Agustus 2024, dan menggunakan data historis citra satelit dari tahun 2022 – 2024.



1.6 Kerangka Pikir Penelitian

Secara sistematis kerangka penelitian dapat digambarkan pada skema dibawah ini.



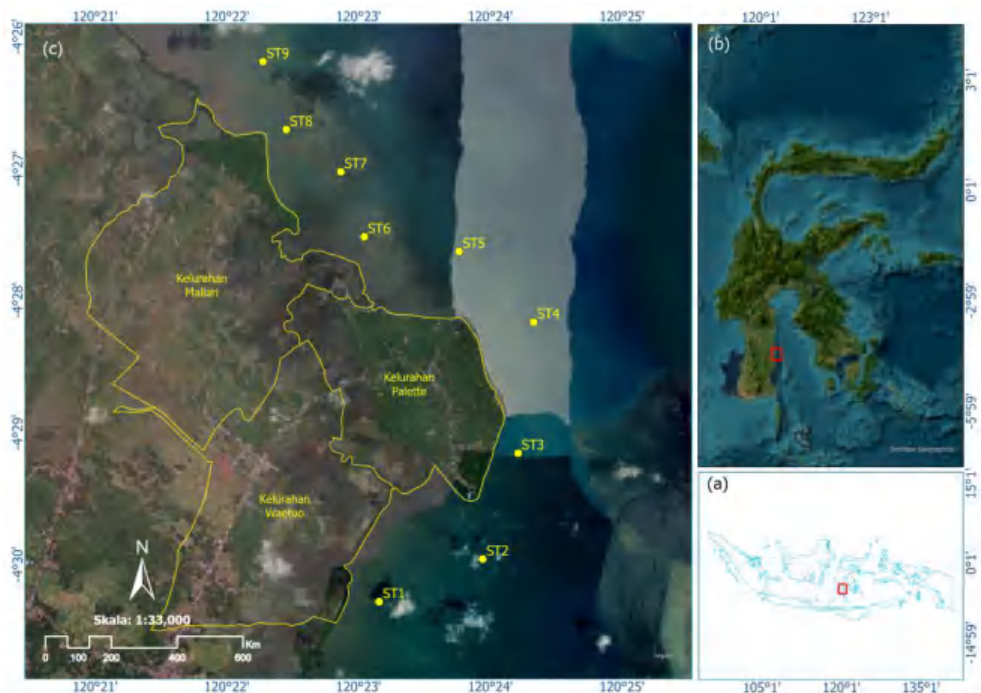
Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian



BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Agustus 2024 di wilayah pesisir Kabupaten Bone yang meliputi tiga kelurahan yaitu Kelurahan Waetuo, Kelurahan Palette, dan Kelurahan Mallari. Penentuan lokasi penelitian merupakan daerah pesisir yang terdapat kegiatan eksisting budidaya rumput laut dan merupakan daerah penghasil rumput laut terbesar di Kabupaten Bone. Pengambilan titik stasiun untuk parameter kualitas air dilakukan pada 9 stasiun, yang mengacu pada fisiografi lokasi, agar sedapat mungkin dapat mewakili keadaan perairan tersebut, penentuan stasiun titik menggunakan teknik *purposive sampling*.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian dan Titik Sampling serta Pengambilan Sampel Kualitas Air

Analisis kandungan nutrisi perairan dilaksanakan di Laboratorium Oseanografi Kimia Jurusan Ilmu Kelautan. Pengolahan citra digital dilakukan di Laboratorium Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Puslitbang Laut, IAU Kecil Universitas Hasanuddin.



2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel. 1 tentang alat yang digunakan untuk survey kualitas air, dan wawancara, serta Tabel 2 tentang bahan yang digunakan analisis kualitas air.

Tabel 1. Alat Penelitian yang digunakan di Lapangan dan di Laboratorium

No	Alat	Kegunaan
1	GPS (<i>Global Positioning System</i>)	Mengambil titik koordinat lokasi penelitian
2	Layang-layang arus	Pengukur kecepatan arus
3	Kompas	Menentukan arah arus
4	<i>Secchi disk</i>	Pengukur kecerahan
5	<i>AZ Water Quality Chekker</i>	Pengukur suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut
6	<i>Turbidymeter</i>	Pengukur tingkat kekeruhan
7	Spektrofotometer DRL 2800	Pengukur nitrat dan fosfat
8	Botol sampel 600 ml	Tempat penyimpanan sampel air
9	<i>Cool box</i>	Tempat penyimpanan botol sampel
10	Kamera	Dokumentasi dilapangan
11	Alat tulis	Mencatat hasil pengukuran
12	<i>Software Arcgis Pro 3.4 (ESRI ID: 61193900450)</i>	Menginterpretasi data lapangan
13	<i>Software Ecognition</i>	Mengolah data citra
14	<i>Microsoft Office Excel</i>	Mengolah data pengukuran lapangan
15	Kuisisioner (<i>Kobotoolbox</i>)	Memperoleh informasi pembudidaya

Tabel 2. Bahan Penelitian yang digunakan di Lapangan dan di Laboratorium

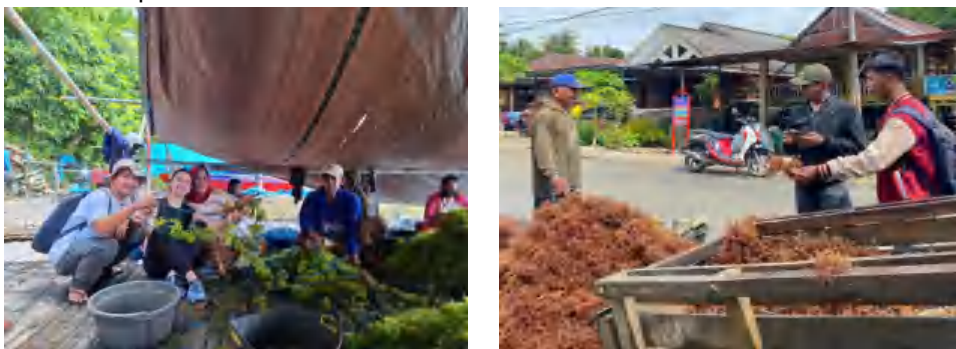
No	Bahan	Kegunaan
1	Sampel air laut	Bahan uji
2	Es batu	Pendingin sampel air
3	Literatur	Bahan informasi tambahan penelitian
4	Indikator Brucine	Membentuk endapan
5	Asam Sulfanilat	Pereaksi
6	Asam Sulfat Pekat (H_2SO_4)	Pelarut Endapan
	Ammonium Molybdate	Larutan pengoksidasi fosfat
	$4\text{H}_2\text{O}$	
	$5; \text{H}_3\text{BO}_3$	Larutan pereaksi
	$5 \text{ M}; \text{H}_2\text{SO}_4$	Larutan pengoksidasi fosfat
	2 %	Larutan pengoksidasi fosfat
		Pembilas alat



2.3 Metode Pengumpulan Sampel

Penelitian ini menggunakan metode survei dengan tujuan untuk mengumpulkan data dan informasi melalui pengamatan insitu serta menggunakan kuisioner sebagai instrumen pengumpulan data. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif, yang bertujuan untuk mendalami pemahaman mengenai interaksi ekologi dan sosial ekonomi dalam budidaya rumput laut di Kabupaten Bone. Pendekatan kualitatif ini diterapkan melalui observasi langsung, wawancara mendalam dengan para pembudidaya rumput laut, dan analisis dokumen terkait kebijakan serta praktik budidaya yang ada. Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis data geospasial, seperti kesesuaian lahan, distribusi populasi rumput laut, dan pendapatan ekonomi masyarakat. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola dan tren yang relevan dalam pengembangan strategi *blue economy* di Kabupaten Bone.

Populasi penelitian ini adalah masyarakat pesisir yang bekerja sebagai pembudidaya rumput laut yang tinggal dan menetap di Kelurahan Waetuo, Kelurahan Palette, Kelurahan Mallari. Populasi menurut Sugiyono (2015) adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh penulis untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulan.



Gambar 3. Wawancara dengan Pembudidaya Rumput Laut

Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Jumlah populasi pembudidaya rumput laut di Kelurahan Palette 242 pembudidaya, Mallari 155, dan Waetuwo 198, total keseluruhan pembudidaya 595 orang (DKP Bone, 2024). Berdasarkan jumlah populasi yang



ditentukan besarnya sampel yang digunakan sebagai sumber data n rumus *Slovin* sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Keterangan:

n = Jumlah Sampel

N = Jumlah Populasi

e = *Margin of error* (10%) (besaran kesalahan yang diharapkan, semakin kecil besaran kesalahan yang diinginkan atau ditetapkan maka akan semakin besar ukuran sampel yang akan diperoleh)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{595}{1 + 595(0,10)^2} \\
 &= \frac{595}{1 + 595(0,01)} \\
 &= \frac{595}{1 + 5,95} \\
 &= \frac{595}{6,95} \\
 &= 85,6 \approx 86 \text{ pembudidaya}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus *Slovin*, jumlah minimum responden adalah sebanyak 86 responden. Dalam penelitian ini jumlah responden sebanyak 90 pembudidaya. Ukuran sampel yang lebih besar dapat mengurangi ketidakpastian dan meningkatkan validitas eksternal penelitian (Singh & Masuku, 2014).

2.4 Jenis dan Perolehan Data

Jenis data terdiri dari dua, yakni 1) data primer, yaitu data yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan dan wawancara secara mendalam terhadap responden baik dengan menggunakan instrumen kuisioner. 2) Data sekunder, yaitu data penguji berupa dokumen, literatur, laporan terkait dari Kantor Kelurahan, Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Bone, dan Badan Pusat Statistik Kabupaten Bone. Data ini diperoleh melalui studi literatur secara deskriptif dalam bentuk laporan, tabulasi, maupun histogram yang berkaitan dengan materi penelitian, serta data-data lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini.

Adapun jenis dan perolehan data yang dibutuhkan untuk pencapaian tujuan penelitian dijabarkan pada Tabel 3.



Tabel 3. Jenis dan Perolehan Data yang dibutuhkan untuk Pencapaian Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian	Jenis Data	Perolehan Data
Tujuan 1	Citra Planetcope, Lokasi budidaya rumput laut eksisiting Data ekologi Metode budidaya, Lama pemeliharaan, Frekuensi penanaman dalam 1 tahun (2024), Jarak budidaya dari garis pantai, Substrat dasar perairan, Waktu penanaman Data sosial Umur, Pendidikan, Pengalaman, Jumlah tanggungan, Kepemilikan lahan, Kelembagaan budidaya rumput laut, Tenaga kerja Data Ekonomi Jumlah produksi, Jumlah lahan, Jumlah bentangan, Pemasaran rumput laut, Harga rumput laut.	https://www.planet.com/explorer/, Survei lapangan, Pembudidaya rumput laut
Tujuan 2	Kecerahan, Kecepatan arus, Suhu, DO, Salinitas, pH, Kekeruhan, Nitrat, Fosfat, Kedalaman, Pasang Surut. Data geospasial Kesesuaian perairan, Distribusi pembudidaya rumput laut Data sosial dan ekonomi Pendapatan pembudidaya, Pekerjaan dan tenaga kerja, Keterlibatan masyarakat Data Lingkungan Kualitas air Data Kebijakan dan regulasi Kebijakan pemerintah terkait pengelolaan sumber daya laut, Peraturan budidaya mengenai regulasi budidaya rumput laut.	Insitu, analisis laboratorium, BATNAS BIG, SRGI Pasut BIG, Observasi, Wawancara, Kuisioner Analisis data sekunder
Tujuan 3	Data Kekuatan, Kelemahan, g dan Ancaman	Observasi, Wawancara, Kuisioner Dokumentasi



2.5 Metode Perolehan Data

Metode perolehan data untuk mencapai masing-masing tujuan dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

2.5.1 Tinjauan Literatur

Tinjauan literatur adalah bagian dari penelitian yang berfungsi untuk mengkaji dan menganalisis karya-karya ilmiah sebelumnya yang relevan dengan topik atau masalah yang sedang diteliti. Tujuan dari tinjauan literatur adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai teori, konsep, atau temuan penelitian yang sudah ada, serta untuk mengidentifikasi celah atau kekurangan dalam penelitian-penelitian sebelumnya yang dapat dijadikan dasar untuk penelitian baru. Dengan melakukan tinjauan literatur, peneliti dapat menunjukkan bagaimana penelitiannya berhubungan dengan studi-studi terdahulu, baik dalam hal metodologi, hasil, maupun kesimpulan yang diambil.

2.5.2 Survey Lapangan

Survei lapangan adalah proses pengumpulan data secara langsung di lokasi atau dalam konteks tertentu yang relevan dengan penelitian atau studi yang sedang dilakukan. Survei lapangan sering digunakan untuk memperoleh informasi dari sumber primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari individu, kelompok, atau objek yang sedang diteliti. Tujuan dari survei lapangan adalah untuk mendapatkan gambaran yang lebih nyata dan mendalam mengenai kondisi atau fenomena yang sedang diteliti, yang tidak bisa sepenuhnya diperoleh hanya dari kajian literatur atau data sekunder.

Survey lapangan dilakukan untuk pengumpulan data kualitas air. Pengambilan sampel air laut dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel secara sengaja oleh peneliti dengan memperhatikan berbagai pertimbangan dan kondisi daerah penelitian (Poppo *et al.*, 2009). Adapun pertimbangan dalam melakukan sampling dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Sampling dilakukan pada lokasi eksisting pengembangan budidaya rumput laut di tiga Kecamatan di Kabupaten Bone yaitu, di pesisir Kelurahan Waetuo, Kelurahan Palette, Kelurahan Mallari.
- b. Sampling dilakukan pada lokasi yang berpotensi sebagai sumber yang memberikan pengaruh terhadap perubahan kualitas perairan misalnya muara sungai, perairan yang berdekatan dengan pemukiman padat penduduk, dan



n. dan pada lokasi dengan jarak yang cukup berdekatan dengan perolehan nilai akurasi yang dibutuhkan dalam analisis *kriging*. dan di kedalaman rata-rata 25-30 cm di bawah permukaan air laut dibudidayakan.

Sementara untuk memperoleh data ekologi, sosial dan ekonomi dilakukan wawancara kepada pembudidaya rumput laut, pada setiap Kelurahan. Wawancara dilakukan dengan menggunakan bantuan *software kobotoolbox*.

2.5.3 Geotagging

Geotagging adalah proses penandaan data geografis pada suatu informasi atau objek dengan menggunakan koordinat geografis, seperti *latitude* (garis lintang) dan *longitude* (garis bujur) (Insani & Alkadri, 2022). Teknologi ini sering digunakan untuk menambahkan metadata lokasi pada foto, video, atau data lainnya. *Geotagging* memungkinkan informasi untuk terhubung dengan tempat tertentu di dunia nyata, yang memudahkan pengelolaan data berbasis lokasi dan analisis spasial.

Pengambilan titik koordinat pada penelitian ini menggunakan *Software Avenza Map*. Pada penelitian ini, geotagging digunakan untuk memperoleh koordinat lokasi rumah pembudidaya dan lokasi lahan budidaya rumput laut (Gambar 4). Dengan menggunakan teknologi geotagging, peneliti dapat memastikan bahwa data yang dikumpulkan mengenai lokasi rumah dan lahan budidaya memiliki referensi geografis yang akurat. Hal ini memungkinkan pemetaan yang lebih jelas dan terperinci mengenai sebaran pembudidaya rumput laut di wilayah penelitian.



Gambar 4. *Geotagging* Lokasi Rumah Pembudidaya dan Lokasi Budidaya Rumput Laut Menggunakan *Software Avenza Map*



2.6 Analisis Data

Untuk mencapai setiap tujuan, maka analisis data dilakukan dengan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

2.6.1 Memetakan Kondisi Eko-sosek Faktual Budidaya Rumput Laut

Untuk memetakan kondisi eko-sosek faktual budidaya rumput laut dilakukan analisis data dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Integrasi Data Spasial dan Non Spasial

Penggabungan atribut-atribut data hasil wawancara pembudidaya rumput laut yang diperoleh di lapangan menggunakan fitur geoprocessing pada aplikasi *Arcgis Pro* 3.4 berlisensi, juga digunakan untuk mengidentifikasi pola distribusi unit budidaya di perairan dan memetakana sebaran distribusi pembudidaya sebagai responden.

b. Analisis Deskriptif Kuantitatif

Analisis deskriptif kuantitatif adalah teknik analisis yang dilakukan untuk menganalisis gejala, fakta, atau kejadian secara sistematis dan akurat mengenai sifat-sifat populasi atau daerah tertentu (Ardyan *et al.*, 2023). Analisis deskriptif pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang sistematis dan akurat mengenai kondisi ekologi, sosial dan ekonomi budidaya rumput laut di Kabupaten Bone.

2.6.2 Peran Budidaya Rumput Laut dalam *Blue Economy*

Untuk menganalisis peran *blue economy* dalam budidaya rumput laut dilakukan dengan cara mengidentifikasi indikator *blue economy*, untuk mengukur kontribusi *blue economy* dalam budidaya rumput laut. Indikator ini mencakup aspek ekonomi yaitu nilai produksi, lapangan kerja yang tercipta, pendapatan masyarakat, serta aspek lingkungan seperti kualitas air. Kemudian data dianalisis secara deskriptif melalui hasil observasi lapangan, wawancara, artikel ilmiah, dan laporan pemerintah.

2.6.3 Pemetaan Lokasi dan Luas Budidaya Rumput Laut Eksisting

Untuk memetakan lokasi dan luas budidaya rumput laut eksisting dilakukan analisis data dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Akuisisi Data Citra Satelit PlanetScope



satelit pemetaan rumput laut, akuisisi citra pada penelitian ini 24, waktu analisis citra dapat dilihat pada (Tabel 4):

Tabel 4. Waktu Akuisisi Data Citra PlanetScope 2022-2024

No	Waktu Akuisisi		
	2022	2023	2024
1	26 Januari 2022	26 Januari 2023	28 Januari 2024
2	19 Februari 2022	21 Februari 2023	9 Februari 2024
3	12 Maret 2022	23 Maret 2023	27 Maret 2024
4	21 April 2022	30 April 2023	27 April 2024
5	4 Mei 2022	24 Mei 2023	24 Mei 2024
6	25 Juni 2022	7 Juni 2023	28 Juni 2024
7	4 Juli 2022	9 Juli 2023	31 Juli 2024
8	31 Agustus 2022	29 Agustus 2023	4 Agustus 2024
9	23 September 2022	7 September 2023	12 September 2024
10	7 Oktober 2022	22 Oktober 2023	30 Oktober 2024
11	28 November 2022	18 November 2023	22 November 2024
12	8 Desember 2022	8 Desember 2023	5 Desember 2024

b. Klasifikasi citra satelit berbasis objek/*Object Based Image Analysis (OBIA)*

Metode klasifikasi yang digunakan yaitu klasifikasi berbasis objek atau OBIA (*Object Based Image Analysis*) dilakukan dengan cara melakukan segmentasi dengan menggunakan algoritma MRS (*multiresolution segmentation*). Segmentasi dengan algoritma ini didasarkan pada tiga parameter yaitu parameter skala (*scale*), bentuk (*shape*) dan kekompakan (*compactness*). Ketiga parameter tersebut akan dijadikan sebagai *input feature* untuk membangun *rule set* pada pohon proses (*Process tree*). *Rule set* yang dibangun merupakan kumpulan dari beberapa algoritma yang digunakan untuk mengklasifikasikan objek ke dalam kelas-kelas tertentu. Algoritma MRS (*Multi Resolution Segmentation*) (Baatz, 2000) memiliki persamaan sebagai berikut:

$$Sf = W_{\text{Colour}} \times h_{\text{Colour}} + (1 - W_{\text{Colour}}) \times h_{\text{Colour}}$$

Keterangan:

S_f = Fungsi segmentasi
 W_{colour} = Bobot parameter warna
 h_{colour} = Parameter warna
 h_{shape} = Bobot parameter bentuk
 W_{colour} = Parameter bentuk

c. Pemisahan Lahan Budidaya Rumput Laut dan Badan Air (Segmentasi)

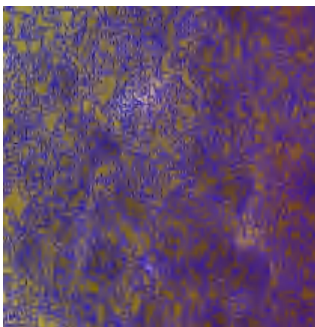


lah teknik untuk memisahkan suatu citra menjadi beberapa objek memiliki kemiripan atribut (Mellyadi & Harliana, 2022). nakan algoritma *multiresolution segmentation* (MRS). *Multi- tion* (MRS) digunakan dalam pemrosesan citra karena mampu ntasi objek yang lebih akurat dibandingkan metode berbasis nbagi citra menjadi segmen berdasarkan kesamaan spektral, ukuran, sehingga menghasilkan objek yang lebih realistis.

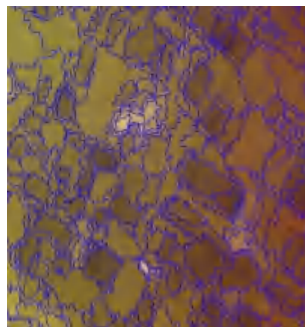
Keunggulan utama MRS adalah kemampuannya menyesuaikan skala segmentasi, mengurangi noise, serta meningkatkan akurasi klasifikasi dengan mempertimbangkan informasi spasial dan kontekstual. segmentasi multiskala ini menghasilkan sekumpulan *layer* obyek citra dalam suatu jaringan hirarki.

Parameter skala berfungsi untuk menentukan ukuran dan kedetailan segmen yang dihasilkan, dimana nilai skala kecil akan menghasilkan segmen yang kecil dan detail, begitu pula sebaliknya (Bimanjaya et al., 2021). Kriteria homogenitas dalam *multiresolution segmentation* mempertimbangkan *color* dan *shape*, dimana *color* dihitung berdasarkan standar deviasi dari spektral warna pada citra, sedangkan *shape* dihitung berdasarkan standar deviasi dari bentuk yang berupa *compact* atau *smooth* (Trimble, 2014). Oleh karena itu, kedua fitur tersebut menjadi parameter bobot dari persamaan untuk mencari homogenitas/heterogenitas (Benz et al., 2004). Nilai *shape* dan *compactness* yang digunakan berkisar antara 0.1 hingga 0.5. Hal tersebut karena keduanya merupakan rasio, dimana nilai *shape* merupakan rasio yang menentukan bagaimana shape mempengaruhi hasil segmentasi dibandingkan *color*, sedangkan *compactness* menggunakan cara yang sama untuk menghitung perbandingan antara bobot compactness terhadap *smoothness* (Trimble, 2014).

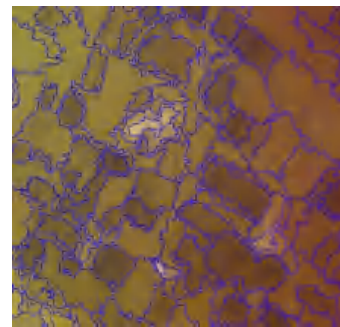
Segmentasi dilakukan dengan melakukan uji coba terhadap beberapa nilai skala 10, skala 10 berarti bahwa segmentasi dilakukan dengan ukuran objek yang relatif kecil, sehingga menghasilkan segmen yang lebih rinci, begitupula dengan skala yang lebih tinggi maka akan menghasilkan hasil segmen yang lebih besar sesuai skala segmentasinya, seperti skala 20, dan 30 (Gambar 5). Diantara ketiga hasil segmentasi akhirnya didapatkan hasil segmentasi yang paling baik dengan menggunakan skala 30, *shape* 0.1, dan *compactness* 0.5. Hasil segmentasi tersebut kemudian diproses lebih lanjut untuk diklasifikasi menggunakan algoritma *nearest neighbor* ke beberapa kelas, yaitu rumput laut, dan badan air.



a. Segmentasi Skala 10



b. Segmentasi Skala 20



c. Segmentasi Skala 30

mentasi Citra PlanetScope dengan Beberapa Nilai Skala

isifikasi/Uji Akurasi

rasi dilakukan terhadap seluruh peta hasil klasifikasi untuk ari teknik klasifikasi yang diterapkan (Tabel 5). Uji akurasi yang da data hasil klasifikasi penginderaan jauh adalah matrik



Optimized using
trial version
www.balesio.com

kesalahan (*error matrix*) dengan mengukur akurasi keseluruhan (OA), *producer accuracy* (PA), *user accuracy* (UA), dan kappa (Congalton & Green, 2009).

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\sum X_{kk}}{N} 100\%$$

Keterangan:

$\sum X_{kk}$ = Total sampel diagonal yang terlaksana

X_{k+} = Total kolom

X_{+k} = Total baris

N = Total sampel keseluruhan

Tabel 5. Matriks Uji Akurasi

Hasil Klasifikasi	Data Referensi			Total Baris	Akurasi Pembuat
	A	B	C		
A	X_{kk}	.....	.....	X_{+k}	X_{kk}/X_{+k}
B	.....	X_{kk}	.....	.....	.....
C	.....	.....	X_{kk}	.....	.....
Total Kolom	X_{kk+}	.....	.....	N	
Akurasi Pengguna	X_{kk}/X_{k+}	.....	.....		

2.6.4 Analisis Kesesuaian Perairan Budidaya Rumput Laut

Analisis kesesuaian perairan dilakukan dalam menentukan lokasi perairan yang sesuai atau cocok untuk budidaya rumput laut. Pemilihan lokasi didasarkan pada aspek lingkungan yaitu parameter kualitas air seperti kecerahan, kecepatan arus, suhu, oksigen terlarut, salinitas, pH, nitrat, fosfat, kekeruhan, dan kedalaman sebagai persyaratan rumput laut tumbuh. Proses analisis kesesuaian dijelaskan sebagai berikut:

a. Penyusunan Matriks Kesesuaian Perairan Budidaya Rumput Laut

Penentuan matriks kesesuaian perairan budidaya rumput laut berdasarkan parameter lingkungan termasuk faktor biofisik perairan yang mendukung untuk pertumbuhan rumput laut. Parameter perairan merupakan faktor pembatas dan masuk pertimbangan yang penting dalam penentuan tingkat kesesuaian lahan perairan bagi budidaya rumput laut. Matriks kesesuaian disusun menurut tingkat kepentingan setiap parameter terhadap budidaya rumput laut. Nilai setiap parameter yang diperoleh disusun dari bobot tertinggi hingga bobot terendah, selanjutnya



kor berdasarkan kisaran masing-masing parameter yang kali antara bobot skor ($\sum \beta S$) dari setiap parameter kemudian keseluruhan. Matriks kesesuaian perairan untuk budidaya pada (Tabel 6). Formula analisis yang digunakan mengikuti berikut:

$$IKK = \sum_{i=1}^n B_i \times S_i$$

Keterangan:

IKK = Indeks kesesuaian kawasan

B = Bobot parameter perairan ke-i

S = Skor parameter perairan ke-i

Tabel 6. Matriks Kesesuaian Perairan Budidaya Rumput Laut

Parameter	Kisaran	Angka	
		Penilaian (A)	Bobot (B)
Kecerahan (m)	>3	3	3
	1 - 3	2	
	<1	1	
Kecepatan Arus (m/s)	0,20-0,30	3	3
	0,10-0,20	2	
	<0,10 atau >0,40	1	
Suhu (°C)	27-30	3	3
	20-26	2	
	<20 atau >36	1	
DO (mg/L)	>5	3	1
	3 - 5	2	
	<3	1	
pH	6,5-8,5	3	1
	5-6,4 atau 8,6-9	2	
	<5 atau >9	1	
Nitrat (mg/L)	0,1-0,7	3	3
	0,01-<0,1	2	
	<0,01 atau >0,7	1	
Fosfat (mg/L)	0,1-0,2	3	3
	0,02-1,4 atau 2,6-3,5	2	
	<0,02 atau >3,5	1	
Kekeruhan (NTU)	<25	3	1
	25-400	2	
	>400	1	
n)	>5-10	3	1
	2 - 5	2	
	<2 atau >10	1	

al., 2005), (Neksidin *et al.*, 2013)



b. Pembobotan dan Skoring

Pembobotan adalah proses pemberian nilai pada masing-masing kriteria tersebut, sedangkan skor adalah proses pemberian nilai pada sub kriteria kelas (Tabel 7). Berdasarkan nilai skor setiap parameter maka dilakukan penilaian untuk menentukan apakah lokasi tersebut sesuai untuk lahan budidaya rumput laut. Evaluasi hasil skoring dan pembobotan menghasilkan kelas kesesuaian yang mengidentifikasi sejauh mana perairan cocok untuk budidaya rumput laut. Menentukan kategori kelas kesesuaian lahan Prahasta (2002) berdasarkan metode *Equal Interval* dengan tahapan formula analisis sebagai berikut:

$$Int = \frac{\sum(Bi \times Si)_{\max} - \sum(Bi \times Si)_{\min}}{K}$$

Keterangan:

Int = Interval kelas kesesuaian

$\sum Bi \times Si_{\max}$ = Total bobot skoring maksimum

$\sum Bi \times Si_{\min}$ = Total bobot skoring minimum

K = Jumlah kelas yang direncanakan (3 kelas)

Secara rinci tingkat kesesuaian dibagi atas tiga kelas yang dimodifikasi yaitu:

Tabel 7. Kisaran Nilai Skor Kelas Kesesuaian

No	Kisaran Nilai Skor	Kelas
1	49 - 63	Sesuai (S1)
2	34 - 48	Cukup sesuai (S2)
3	19 - 33	Tidak sesuai(N)

Ketentuan kelas kesesuaian untuk lokasi budidaya rumput laut

Kelas S1 Sesuai

Kelas ini mengindikasikan bahwa lokasi tersebut sangat ideal untuk budidaya rumput laut. Faktor kualitas air berada dalam kondisi yang optimal bagi pertumbuhan rumput laut. Lokasi ini memiliki potensi tinggi untuk menghasilkan produktivitas rumput laut yang baik dengan sedikit atau tanpa perlu adanya intervensi teknis.

Kelas S2 Cukup Sesuai

Kelas ini menunjukkan bahwa lokasi tersebut dapat digunakan untuk budidaya rumput laut, meskipun tidak seideal kelas "sesuai", tetapi memerlukan penyesuaian atau intervensi dalam pengelolaan budidaya, seperti pemilihan varietas rumput laut yang lebih toleran terhadap kondisi tersebut. Lokasi ini masih memiliki potensi yang cukup untuk mendukung budidaya rumput laut secara produktif.



Kelas N Tidak Sesuai

Kelas ini mengindikasikan bahwa lokasi tersebut tidak cocok atau tidak ideal untuk budidaya rumput laut. Kondisi lingkungan di lokasi ini berada di luar kisaran yang dapat mendukung pertumbuhan rumput laut secara optimal, karena batasannya yang permanen, jadi tidak layak untuk budidaya rumput laut sama sekali.

c. Analisis Spasial Kesesuaian Lahan

Tujuan dari analisis spasial untuk menentukan kawasan yang sesuai dan tidak sesuai untuk pengembangan budidaya rumput laut. Data hasil pengukuran lapangan parameter oseanografi fisika dan kimia akan dianalisis secara deskriptif dan di interpolasi untuk memprediksi nilai grid yang tidak terwakili oleh titik sampel. Metode interpolasi yang digunakan yaitu metode *Kriging*. Tujuan dari metode *Kriging* adalah menentukan nilai koefisien pembobotan yang meminimalkan estimasi variansi. Pada metode *Kriging*, bobot tidak hanya didasarkan pada jarak antara ukuran dan lokasi titik prediksi tetapi juga pada keseluruhan letak titik-titik yang diukur (Setianto & Triandini, 2015). Adapun persamaan matematis yang digunakan dengan metode tersebut menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Z = \sum_{i=0}^n w_i z_i$$

Keterangan:

Z = Titik yang akan dilakukan interpolasi

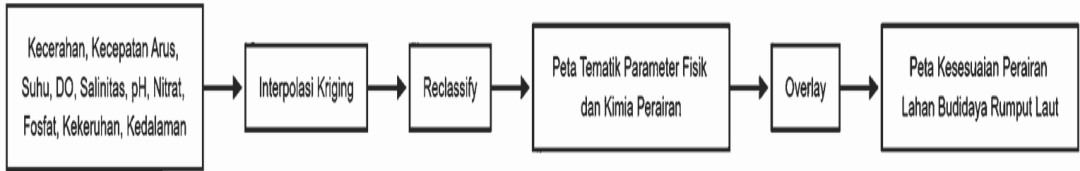
w_i = Nilai bobot pada lokasi ke-i

z_i = Titik terukur pada lokasi pengamatan ke-i

Selanjutnya dilakukan proses *reclassify*. Pada proses *reclassify* dilakukan skoring terhadap hasil pengukuran dari masing-masing parameter berdasarkan kisaran yang telah ditetapkan (Tabel. 6). Data yang telah melalui proses *reclassify* selanjutnya dilakukan proses *overlay*. Metode yang digunakan dalam proses *overlay* tersebut adalah *weight sum methods*, yaitu metode dengan menjumlahkan hasil kali bobot dan skor masing-masing peta tematik (Riad et al., 2011). Pembagian kategori merujuk pada kategori kelas kesesuaian yang telah ditentukan sebelumnya. Selanjutnya, dari hasil *overlay* kemudian dilakukan proses *dissolve* sebagai tahap

oleh luas kawasan kesesuaian pada masing-masing kategori





Gambar 6. Diagram Alur Analisis Kesesuaian Perairan Lahan Budidaya Rumput Laut *K. alvarezii*

2.6.5 Strategi Keberlanjutan Budidaya Rumput Laut

Penyusunan strategi keberlanjutan budidaya rumput laut di Kabupaten Bone menggunakan analisis SWOT. Analisis SWOT digunakan untuk menganalisis kondisi internal maupun eksternal dalam menentukan arahan atau rekomendasi strategi keberlanjutan budidaya rumput laut di Kabupaten Bone. Analisis SWOT adalah identifikasi berbagai faktor secara sistematis untuk merumuskan strategi. Analisis SWOT mempertimbangkan dua faktor secara umum, antara lain: faktor lingkungan internal (kekuatan dan kelemahan) serta lingkungan eksternal (peluang dan ancaman) yang dihadapi.

Analisis SWOT membandingkan antara faktor eksternal peluang dan ancaman dengan faktor internal kekuatan dan kelemahan, sehingga dari analisis tersebut dapat diambil suatu keputusan strategi pengembangan. Adapun Langkah Langkah analisis SWOT (Rangkuti, 2004).

- Menentukan faktor-faktor kekuatan dan kelemahan, serta faktor peluang dan ancaman.
- Memberi bobot pada masing-masing faktor tersebut pada skala 1.00 (paling penting) sampai dengan 0.00 (tidak penting), berdasarkan pengaruh faktor tersebut terhadap posisi strategis. Jumlah bobot tidak boleh lebih dari skor total 1.00.
- Memberi rating untuk masing-masing faktor dengan memberikan skala mulai dari 4 (*outstanding*) sampai 1 (*poor*), pemberian rating didasarkan pada tingkat kepentingan dalam strategi pengelolaan budidaya rumput laut.
- Mengalikan bobot dan rating untuk menentukan skor tiap-tiap faktor.
- Menjumlahkan skor pembobotan untuk memperoleh skor total pembobotan.

Berdasarkan total skor dari masing-masing kriteria SWOT, digunakan dalam penggambaran posisinya pada Tabel IFAS (*Internal Strategic Factor Analysis Summary*) dan Tabel EFAS (*External Strategic Factor Analysis Summary*) Tabel 8.



Tabel 8. Matriks Faktor Strategi SWOT

Faktor Strategi Internal	Bobot (B)	Rating (R)	Skor (BxR)
Kekuatan (S)			
S1. ....Sn			
Kelemahan (W)			
W1. ....Wn			
Total IFAS			
Faktor Strategi Internal	Bobot (B)	Rating (R)	Skor (BxR)
Peluang (O)			
O1. ....On			
Ancaman (T)			
T1. ....Tn			
Total EFAS			

Matriks SWOT dapat menggambarkan secara jelas berbagai peluang dan ancaman eksternal yang dihadapi, dapat dihadapi dengan kekuatan dan kelemahan yang dimiliki. Matriks ini terdiri dari beberapa faktor peluang, ancaman, kelemahan internal, dan kekuatan internal yang menghasilkan empat alternatif strategi (Tabel 9).

Tabel 9. Matriks Analisis SWOT

	SW	STRENGTHS (S)	WEAKNESSES (W)
		Tentukan faktor-faktor kekuatan eksternal	Tentukan faktor-faktor kelemahan eksternal
OT	OPPORTUNITIES (O)	STRATEGI SO	STRATEGI WO
		Tentukan faktor-faktor peluang eksternal	Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang
	TREATHS (T)	STRATEGI ST	STRATEGI WT
		Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman	Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman



016).

Selanjutnya dilakukan penentuan strategi keberlanjutan budidaya rumput laut dengan perumusan strategi berdasarkan data yang telah di verifikasi melalui tabel matriks analisis SWOT, dimana setiap unsur SWOT yang ada dihubungkan untuk memperoleh alternatif strategi yang mengacu pada kondisi ekologi dan sosial ekonomi. Kemudian merekomendasikan strategi yang tepat untuk strategi keberlanjutan budidaya rumput laut berdasarkan elemen SWOT.

Untuk menentukan titik koordinat kuadran (X, Y) pada diagram SWOT menggunakan rumus:

$$\text{Titik koordinat (X)} = (\text{Kekuatan} - \text{Kelemahan})$$

$$\text{Titik Koordinat (Y)} = (\text{Peluang} - \text{Ancaman})$$

Sehingga hasil dari perhitungan diatas maka dapat digambarkan diagram seperti dibawah ini:



Gambar 7. Diagram Analisis SWOT

a. Kuadran I (positif, positif):

Ini merupakan situasi yang menguntungkan. Kegiatan atau usaha tersebut memiliki peluang dan kekuatan sehingga dapat memanfaatkan peluang yang ada. Strategi yang diterapkan dalam kondisi ini adalah mendukung kebijakan agresif.



negatif):

hadapi berbagai ancaman, kegiatan atau usaha ini masih dari segi internal. Strategi yang harus diterapkan adalah untuk memanfaatkan peluang jangka panjang dengan produk/pasar).

c. Kuadran III (negatif, positif):

Kegiatan atau usaha menghadapi peluang pasar yang sangat besar, tetapi di lain pihak menghadapi beberapa kendala/kelemahan internal. Fokus strategi ini yaitu meminimalkan masalah internal usaha sehingga dapat membuat pasar yang lebih baik (*turn around*).

d. Kuadran IV (negatif, negatif):

Ini merupakan situasi yang sangat tidak menguntungkan, kegiatan atau usaha tersebut menghadapi berbagai ancaman dan kelemahan internal. Fokus strategi yaitu melakukan tindakan penyelamatan agar terlepas dari kerugian yang lebih besar (*defensive*).

