

**ANALISIS KAWASAN BUDIDAYA RUMPUT LAUT (*Kappaphycus alvarezii*)
BERDASARKAN INDIKATOR KESESUAIAN DAN DAYA DUKUNG
DI PESISIR KOTA BAUBAU**

**ANALYSIS OF SEAWEED (*Kappaphycus alvarezii*) FARMING AREA BASED
SUITABILITY AND CARRYING CAPACITY INDICATOR
IN THE COASTAL OF BAUBAU CITY**

Al Mualam^{1*}, Bambang Widigdo², & Zairion^{2,3}

¹Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Sekolah Pascasarjana,
IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

²Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

³Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, IPB University, Bogor 16143, Indonesia
*E-mail: mualam_spl@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

Kappaphycus alvarezii is one of the seaweed species which is mostly developed in coastal areas and has a highly economic value. Development areas that pay attention to the suitability and carrying capacity indicators of the waters is an effort that can be done to ensure the sustainability of this species production in the future. This study aims to analyze the development area of seaweed farming based on the suitability and carrying capacity indicators. This study was conducted in the coastal of Baubau City, Southeast Sulawesi Province, from February to March 2020. Data on physical and chemical parameters of the waters were collected directly at the research site to determine suitability categories, while the concentration of nitrate (NO_3^-) that can be uptake by seaweed is obtained from available secondary data. Environmental parameter data was processed using software image processing with weight sum overlay method and continued with carrying capacity analysis based on the nitrate absorption of seaweed. The results of the analysis suitability category obtained reached 3114.9 ha, with the most suitable category covering 1033.3 ha and the suitable category 2081.6 ha. The carrying capacity of the nitrate concentration that can be accommodated by the waters is 174.4 kg-N/day, with the total amount of seaweed that can be cultivated is 7034 tons. Most of the coastal waters area of Baubau City has the potential to be utilized as a seaweed aquaculture development area with a high amount of production.

Keywords: carrying capacity, seaweed, suitability

ABSTRAK

Kappaphycus alvarezii merupakan salah satu spesies rumput laut yang mayoritas dikembangkan di kawasan pesisir dan memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Upaya dalam mengembangkan kawasan budidaya rumput laut membutuhkan pendekatan yang memperhatikan indikator kesesuaian dan daya dukung untuk menjamin keberlanjutan produksi rumput laut jenis tersebut di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kawasan budidaya rumput laut jenis *K. alvarezii* berdasarkan analisis kesesuaian dan daya dukung perairan dengan pendekatan konsentrasi nitrat (NO_3^-). Penelitian ini dilakukan di Pesisir Kota Baubau, Provinsi Sulawesi Tenggara pada bulan Februari–Maret 2020. Data parameter fisik dan kimia perairan dikumpulkan secara langsung di lokasi penelitian, sementara satuan konsentrasi nitrat yang mampu diserap rumput laut diperoleh dari data sekunder yang tersedia. Data parameter lingkungan diolah dengan metode *weight sum overlay* pada aplikasi *image processing* dan dilanjutkan dengan analisis daya dukung berdasarkan konsentrasi nitrat. Hasil analisis kesesuaian perairan diperoleh mencapai 3114,9 ha. Kategori sangat sesuai seluas 1033,3 ha dan kategori sesuai 2081,6 ha. Daya dukung berdasarkan konsentrasi nitrat yang dapat ditampung oleh perairan adalah 174,4 kg-N/hari dengan total jumlah rumput laut yang dapat dibudidayakan dalam satu tahun adalah 7340 ton. Berdasarkan angka tersebut maka dapat disimpulkan bahwa sebagian besar Pesisir Kota Baubau potensial untuk dijadikan sebagai kawasan pengembangan budidaya rumput laut dengan jumlah produksi yang tinggi.

Kata Kunci: daya dukung, kesesuaian, rumput laut

I. PENDAHULUAN

Rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) merupakan salah satu spesies rumput laut yang mayoritas dibudidayakan oleh masyarakat pesisir. Berdasarkan laporan FAO (2020) bahwa di tahun 2018 sekitar 1,5 juta ton rumput laut jenis *K. alvarezii* telah dibudidayakan dan mewakili 4,7% dari total spesies rumput laut secara global. Nilai ekonomi *K. alvarezii* bersumber dari produksi *Kappa-karagenan* yang digunakan sebagai bahan dasar olahan di berbagai bidang industri, baik industri pangan, farmasi, kosmetik, dan tekstil (Hayashi *et al.*, 2011; Cokrowati *et al.*, 2021). Total nilai ekonomi yang tercatat mencapai 214,8 juta US\$ (Gelli *et al.*, 2020). Selain sebagai komoditas yang memiliki nilai ekonomi yang besar, secara ekologi rumput laut juga memiliki manfaat yang cukup penting bagi organisme lainnya di perairan (Rameshkumar *et al.*, 2019). Sebagian besar rumput laut dapat berperan sebagai bioekstraksi yang mampu menyerap N dan P di perairan (Rees, 2003; Sato *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2017; Roelda & Hurd 2019; Zheng *et al.*, 2019). Herlinah *et al.* (2017) menyebutkan bahwa laju penyerapan N dalam bentuk nitrat (NO₃) oleh rumput laut jenis *K. alvarezii* selama 24 jam dapat mencapai 24,8 µg/g bobot kering.

Fungsi ekologi dan manfaat ekonomi yang besar dari jenis rumput laut tersebut merupakan alasan yang mendorong perkembangan komoditas tersebut di berbagai wilayah. Sekitar 65% dari total rumput laut yang diproduksi dan dikembangkan di perairan Indonesia adalah jenis *K. alvarezii* (Rimmer *et al.*, 2021; Simatupang *et al.*, 2021). Sentra pengembangan kawasan budidaya rumput laut di Indonesia tersebut tersebar di beberapa wilayah dengan potensi yang cukup besar berada di wilayah Sulawesi, Nusa Tenggara Timur, Bali, dan Maluku (KKP, 2019).

Sulawesi Tenggara merupakan salah satu daerah dengan jumlah produksi rumput

laut yang cukup besar. Total produksi rumput laut Sulawesi Tenggara hingga tahun 2020 dilaporkan mencapai 776441,61 ton dengan spesies yang dominan dibudidayakan adalah *K. alvarezii* (Aslan *et al.*, 2020). Area yang digunakan sebagai kawasan pengembangan budidaya di Sulawesi Tenggara ditetapkan melalui peraturan daerah No. 09 tahun 2018.

Kebijakan pengembangan kawasan budidaya rumput laut di perairan merupakan sebuah upaya yang perlu dilakukan untuk meningkatkan nilai produksi dan sumber pendapatan ekonomi keluarga bagi masyarakat di wilayah pesisir (Johnson *et al.*, 2017; Windah *et al.*, 2018). Pengembangan kawasan untuk keperluan budidaya rumput laut tersebut tentunya perlu disesuaikan dengan potensi sumberdaya dan memperhatikan kondisi lingkungan yang sesuai dengan spesies yang dibudidayakan. Hingga saat ini, beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengkaji terkait parameter lingkungan yang sesuai sebagai syarat yang dapat digunakan untuk menentukan lokasi budidaya rumput laut di perairan (Mosriula, 2019; Teniwut *et al.*, 2019; Thomas *et al.*, 2019; Mujiyanto *et al.*, 2020), namun pemilihan lokasi dan penentuan daya dukung perairan untuk memproduksi rumput laut berdasarkan ketersediaan nutrien dan kemampuan penyerapan (*uptake*) sesuai dengan jenis rumput laut yang dibudidayakan belum dilakukan dan perlu dikembangkan.

Ketersediaan nutrien dan kemampuan penyerapan oleh rumput laut (*K. alvarezii*) dapat digunakan untuk mengestimasi jumlah produksi budidaya rumput laut di perairan (Herlinah *et al.*, 2017). Oleh sebab itu, untuk melakukan estimasi jumlah produksi budidaya yang dapat dilakukan dapat ditentukan dengan mempertimbangkan total konsentrasi nutrien di perairan dan kapasitas penyerapan yang dapat dilakukan oleh rumput laut sesuai dengan spesies yang akan dikembangkan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kawasan pengembangan

budidaya rumput laut (*K. alvarezii*) di Pesisir Kota Baubau berdasarkan indikator kesesuaian dan daya dukung perairan. Penelitian ini sangat penting untuk menjadi pertimbangan dan rujukan bagi aktivitas budidaya rumput laut (*K. alvarezii*) khususnya di Pesisir Kota Baubau, Provinsi Sulawesi Tenggara.

diukur adalah kecepatan arus, kecerahan, dan suhu, sementara parameter kimia adalah nitrat (NO_3^-), fosfat (PO_4^-), oksigen terlarut (DO), pH, dan salinitas. Hasil pengukuran parameter tersebut dikumpulkan untuk menentukan kategori kesesuaian perairan sebagai kawasan budidaya rumput laut. Pengambilan sampel air laut dilakukan di kedalaman 20–25 cm di bawah permukaan air dan dipindahkan ke dalam botol sampel ukuran 140 ml, adapun untuk sampel uji fosfat dilakukan prosedur penyaringan terlebih dahulu dengan menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42. Pengukuran DO dilakukan dengan prosedur titrasi secara langsung di lapangan, sementara untuk nitrat dan fosfat dilakukan analisis lebih lanjut di laboratorium. Masing-masing sampel air laut yang akan dianalisis di laboratorium tersebut dimasukkan ke dalam wadah penyimpanan (*Styrofoam box*) yang diberi es batu untuk mendapatkan suhu $<6^\circ\text{C}$ (SNI 6964.8:2015).

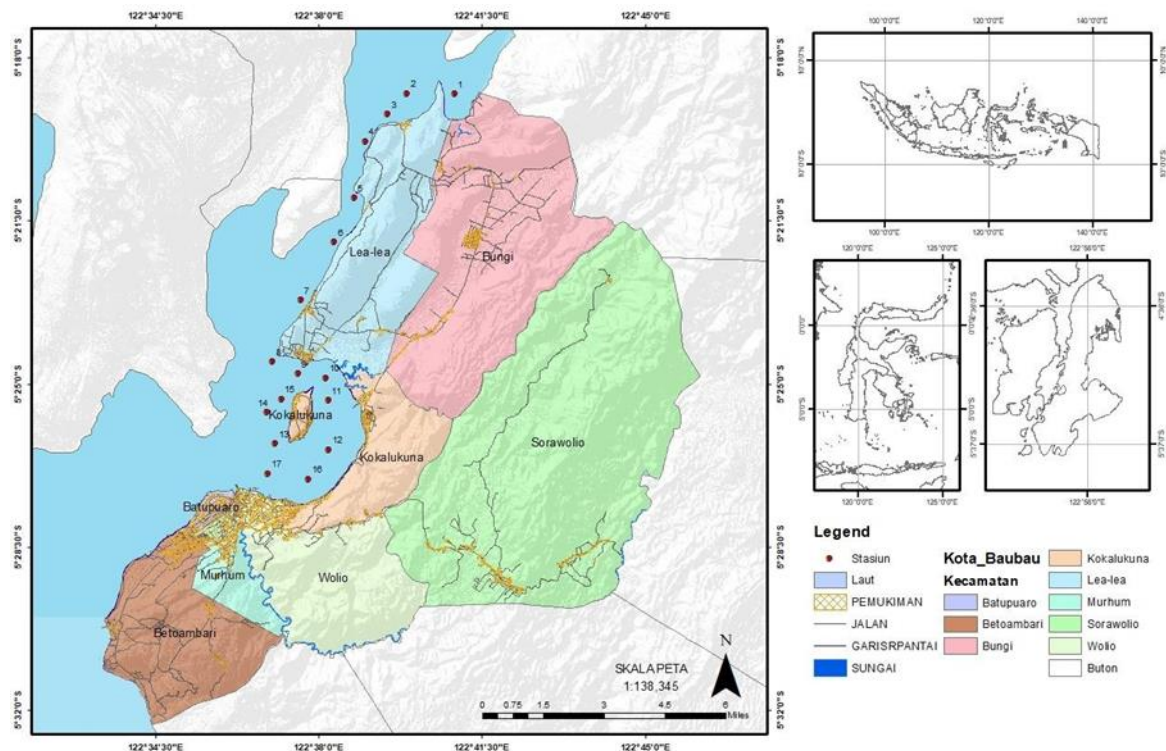
II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kawasan pengembangan budidaya rumput laut, Pesisir Kota Baubau, Provinsi Sulawesi Tenggara pada bulan Februari–April 2020. Pengambilan sampel air laut dilakukan di 17 stasiun (Gambar 1).

2.2. Pengambilan Sampel Air Laut

Pengambilan sampel air laut dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Parameter fisik yang



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel di Pesisir Kota Baubau.

2.3. Analisis Kesesuaian Perairan

Analisis kesesuaian kawasan budidaya ditentukan berdasarkan matriks yang memuat bobot dan skoring masing-masing parameter berdasarkan kebutuhan pertumbuhan rumput laut (*K. alvarezii*) (Tabel 1). Adapun formula analisis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$IKK = \sum_{i=1}^n (B \times S) \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: *IKK*= Indeks kesesuaian kawasan, *B*= Bobot parameter lingkungan, *S*= Skor parameter lingkungan.

Nilai *IKK* yang diperoleh dari setiap stasiun menjadi indikator penentuan kategori kesesuaian kawasan budidaya rumput laut. Nilai tersebut diperoleh dari hasil analisis *overlay* setiap *layers* yang telah diberikan nilai atribut skor dan bobot merujuk pada (Tabel 1), melalui proses *overlay* setiap *layers* tersebut, analisis dilakukan dengan cara mengalikan nilai skor dengan bobot. Analisis tersebut menggunakan metode *Weight sum* dengan bantuan *software image processing*.

2.4. Analisis Daya Dukung Berdasarkan Konsentrasi Nitrat (NO₃⁻)

Nitrat merupakan komponen kimia yang esensial untuk pertumbuhan rumput laut (*K. alvarezii*) di perairan (Nursidi *et al.*, 2017). Oleh sebab itu, analisis daya dukung perlu ditentukan berdasarkan total beban NO₃⁻ yang ditampung oleh perairan dan jumlah produksi rumput laut (*K. alvarezii*) berdasarkan kemampuan serapan yang dapat dilakukan. Adapun total NO₃⁻ di perairan ditentukan berdasarkan hasil kali konsentrasi maksimum NO₃⁻ yang diperoleh dan banyaknya volume air di lokasi penelitian. Persamaan matematis yang digunakan untuk menentukan volume perairan dan total NO₃⁻ merujuk pada Widigdo & Pariwono (2003) yang dimodifikasi oleh Kurnia (2012).

2.4.1. Menentukan Volume Perairan (v_o)

Analisis terhadap volume perairan dilakukan untuk mengetahui ketersediaan air laut berdasarkan proses pasang surut yang dapat mengencerkan beban limbah di perairan sebagai berikut:

$$v_o = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (f \cdot A \cdot h_i) \dots\dots\dots(2)$$

Tabel 1. Indikator kesesuaian perairan untuk budidaya rumput laut (*K. alvarezii*).

Parameter	Skor			Bobot
	1	3	5	
Kecepatan arus (m/s) ^a	<0,10 dan >0,54	0,31–0,54	0,10–<0,31	16,94
Nitrat (mg/L) ^b	<0,001 dan >0,06	0,001–0,01	>0,01–0,06	18,85
Fosfat (mg/L) ^c	<0,003 dan >0,03	0,003–0,01	>0,01–0,03	15,69
pH ^d	<6,5 dan >8,5	6,5–7,0	>7,0–8,5	14,93
Kedalaman ^e	<2 dan >10	2–<3 atau >5–10	3–5	10,80
Kecerahan (m) ^f	<1	1–3	>3	9,59
Suhu (°C) ^g	<27 dan >32	30–32	27–<30	9,11
Salinitas (ppt) ^h	<29 dan >35	29–31	>31–35	6,09
IKK	100	300	500	

Keterangan: ^a(FAO, 2017), ^b(Ingratubun *et al.*, 2017), ^c(Pauwah *et al.*, 2020), ^d(Salim *et al.*, 2017), ^e(Nashrullah *et al.*, 2021), ^f(Gufana *et al.*, 2017), ^g(Kumar *et al.*, 2020), ^h(Suniada & Realino, 2014)

$$h_i = (PT_i - ST_i) \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan: v_o =Volume perairan yang tersedia (m^3), f = Frekuensi pasang surut dalam sehari (kali), A = Luas perairan sesuai dan sangat sesuai (ha), PT_i = Pasang tertinggi hari ke-i (m), ST_i = Surut terendah hari ke-i (m), h_i = Selisih pasang tertinggi dan surut terendah pada hari ke-i (m), I = hari pengamatan $i= 1,2, \dots, n$.

2.4.2. Menentukan Total Konsentrasi Nitrat (NO_3^-) Perairan

Total konsentrasi maksimum nitrat yang mampu ditampung oleh perairan ditentukan berdasarkan besarnya volume perairan dikalikan dengan hasil pengukuran maksimum nitrat yang ada diperairan yaitu 0,05 mg/L. Secara matematis dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$KN = v_o \gamma \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan: KN = Total konsentrasi nitrat yang mampu ditampung perairan (kg-N/hari), v_o = Volume perairan (m^3 /hari), γ = Konsentrasi maksimum NO_3^- hasil pengukuran (0,05) (mg/L).

2.4.3. Menentukan Total Produksi Rumput Laut

Jumlah rumput laut yang dapat diproduksi ditentukan berdasarkan total konsentrasi nitrat di perairan dan kapasitas rumput laut dalam menyerap beban tersebut. Melalui penelitian ini kapasitas rumput laut jenis *K. alvarezii* dalam menyerap konsentrasi nitrat (KPr_l) merujuk pada hasil penelitian Herlinah et al. (2017) yaitu sebesar 24,8 μg -N/g rumput laut kering/hari atau setara dengan $2,48 \times 10^{-2}$ kg-N/ton rumput laut kering/hari.

Berdasarkan informasi total konsentrasi nitrat yang ditampung oleh perairan dan kapasitas penyerapan oleh rumput laut jenis *K. alvarezii* tersebut maka dapat ditentukan total rumput laut yang dapat

diproduksi dengan formula matematis mengikut formula (Marzuki, 2013) sebagai berikut:

$$JR = KN/KPr_l \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan: JR = Jumlah produksi rumput laut (ton), KN = Hasil analisis total konsentrasi nitrat yang ditampung perairan (kg-N/hari), KPr_l = Konsentrasi NO_3^- yang mampu diserap rumput laut (*K. alvarezii*) sebesar $2,48 \times 10^{-2}$ kg-N/ton rumput laut kering/hari.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kesesuaian Perairan

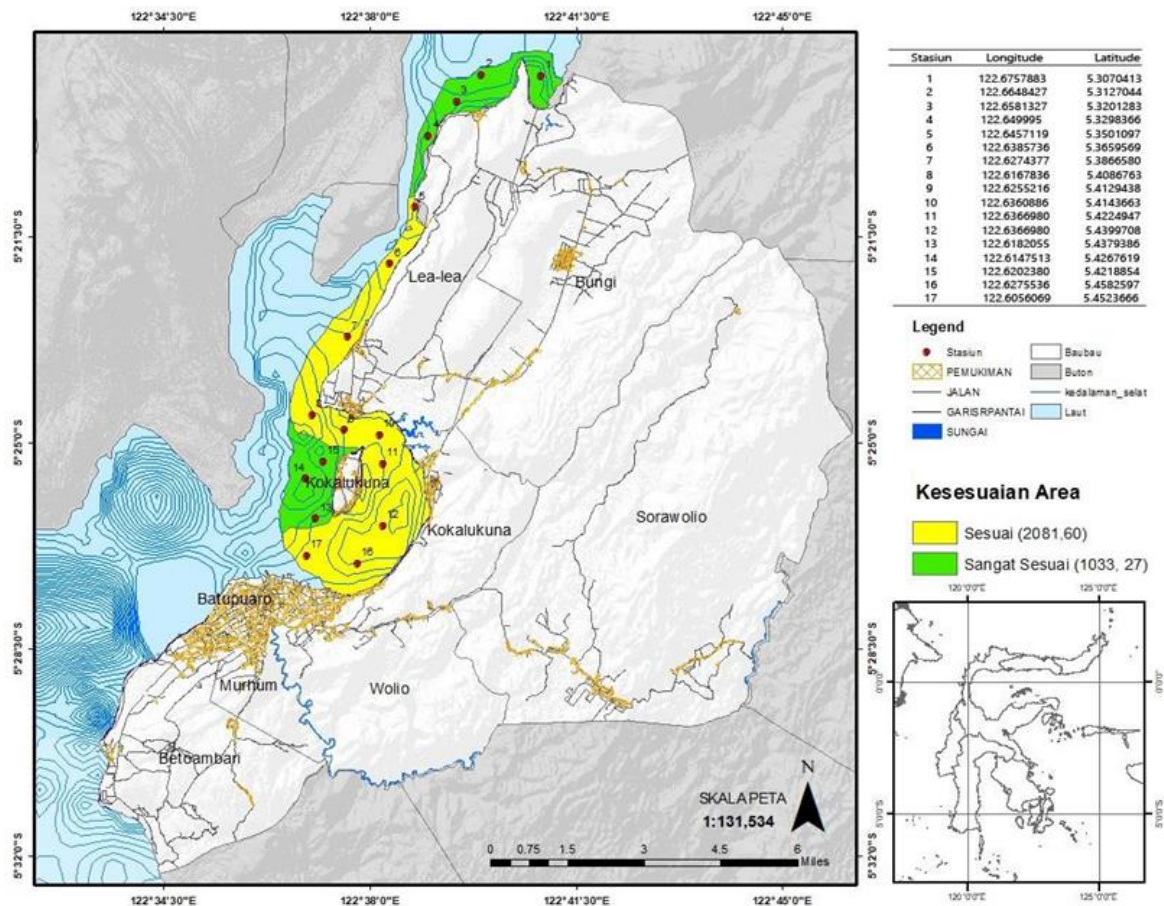
Pertumbuhan rumput laut dan jumlah produksi yang dihasilkan sangat bergantung pada kualitas perairan. Masing-masing spesies rumput laut memiliki toleransi yang berbeda terhadap kualitas perairan baik kualitas fisik ataupun kimia perairan. Oleh sebab itu, penentuan kawasan budidaya perlu memperhatikan kondisi kualitas perairan yang sesuai dengan jenis rumput laut yang akan dikembangkan. Melalui penelitian ini, analisis kesesuaian dilakukan di Pesisir Kota Baubau tepatnya di Kecamatan Lea-lea dan Kokalukuna dengan jenis rumput laut yang dikembangkan adalah *Kappaphycus alvarezii*. Batas area pesisir yang menjadi *area of interest* studi ditentukan dengan memperhatikan alur laut yang membagi area pesisir Kabupaten Buton dan Kota Baubau dengan jarak rata-rata 0,5 mil dari garis pantai. Penentuan tersebut mengikut peta alokasi ruang yang dimuat dalam peraturan daerah No.9 tahun 2018 Sulawesi Tenggara.

Berdasarkan analisis yang dilakukan pada area tersebut diketahui bahwa kualitas perairan yang dikaji berdasarkan parameter suhu, kecepatan arus, nitrat, fosfat, salinitas, pH dan kecerahan secara keseluruhan memenuhi kategori sesuai (S) dan sangat sesuai (SS) untuk dilakukan budidaya rumput laut (*K. alvarezii*) (Tabel 2). Hasil pengukuran setiap parameter pada kawasan

yang memenuhi kategori kesesuaian tersebut sebagian besar memenuhi nilai skoring 1 dan 3, sementara pada kawasan dengan kategori sangat sesuai sebagian besar memenuhi skoring 5. Yulius *et al.* (2019) menyebutkan bahwa kawasan yang memenuhi kategori sesuai dengan skoring 3 dapat dimanfaatkan untuk produksi rumput laut, namun tetap memperhatikan resiko perubahan kualitas perairan karena pada area tersebut kisaran parameter perairan cukup memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan rumput laut. Adapun lahan dengan kisaran parameter fisik dan kimia yang mendukung kualitas dan pertumbuhan rumput laut yang maksimal dikategorikan ke dalam kelas sangat sesuai dengan skoring 5. Karakteristik pertumbuhan rumput laut di area tersebut menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan dengan kualitas produksi yang dihasilkan sangat baik.

Hasil *overlay* menggunakan metode *weight sum* pada *software spatial analysis* diketahui bahwa total area yang memenuhi syarat kesesuaian untuk budidaya rumput laut jenis *K. alvarezii* adalah 3.114,9 ha dengan kategori sesuai (S) mencapai 2.081,6 ha dan sangat sesuai (SS) 1.033,3 ha. Beberapa titik stasiun pengamatan dengan kategori sangat sesuai untuk dilakukan usaha budidaya rumput laut (*K. alvarezii*) tersebut mayoritas berada di Kecamatan Lea-lea dengan luas 582,2 ha dan sebagian kecil berada di Kecamatan Kokalukuna dengan luas 453 ha (Gambar 2).

Hingga saat ini dari total luas area yang dialokasikan sebagai area budidaya di wilayah pesisir Kota Baubau, total luas area yang dimanfaatkan baru mencapai 79,54 ha. 78,095 ha berada di Kecamatan Lea-lea dan 1,44 ha di Kecamatan Kokalukuna. Berdasarkan luas pemanfaatan area yang



Gambar 2. Peta kesesuaian kawasan budidaya rumput laut di Pesisir Kota Baubau.

telah dilakukan masyarakat tersebut jika dibandingkan dengan luas kesesuaian area budidaya yang diperoleh baru mencapai 3% dan masih dapat dimaksimalkan hingga 3.053,3 ha.

Berdasarkan hasil analisis kesesuaian terhadap kawasan budidaya rumput laut jenis *K. alvarezii* di Pesisir Kota Baubau, baik di Kecamatan Lea-lea maupun di Kokalukuna secara keseluruhan masih memenuhi kategori kesesuaian. Kondisi tersebut menjadi indikasi bahwa aktivitas yang berlangsung di kawasan pesisir Kota Baubau belum memberikan pengaruh negatif terhadap perubahan kualitas perairan, sehingga aktivitas budidaya sangat potensial untuk terus dikembangkan. Namun, yang perlu diperhatikan meskipun hasil analisis kualitas secara fisik dan kimia Pesisir Kota Baubau secara keseluruhan masih memenuhi kategori sesuai dan sangat sesuai untuk dilakukan aktivitas budidaya rumput laut khususnya jenis *K. alvarezii*, dalam pemanfaatannya sebagai area budidaya masih

perlu memperhatikan faktor pembatas lain berupa infrastruktur dan aktivitas sosial lainnya di perairan. Hal tersebut penting dilakukan untuk mencegah dampak aktivitas sensitif yang dapat memicu timbulnya konflik dan untuk menjaga keberlanjutan usaha budidaya rumput laut di kawasan tersebut tetap eksis di masa depan.

3.2. Daya Dukung Berdasarkan Konsentrasi Nitrat (NO₃⁻)

Daya dukung berdasarkan konsentrasi nitrat merupakan kapasitas perairan untuk memproduksi rumput laut (*K. alvarezii*) berdasarkan konsentrasi nitrat yang tersedia. Perhitungan daya dukung berdasarkan konsentrasi nitrat tersebut mempertimbangkan beberapa parameter yaitu luas dan volume perairan, total konsentrasi nitrat, dan jumlah rumput laut (*K. alvarezii*) yang diperlukan untuk menyerap total konsentrasi nitrat tersebut (Tabel 3).

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter fisik dan kimia di Pesisir Kota Baubau.

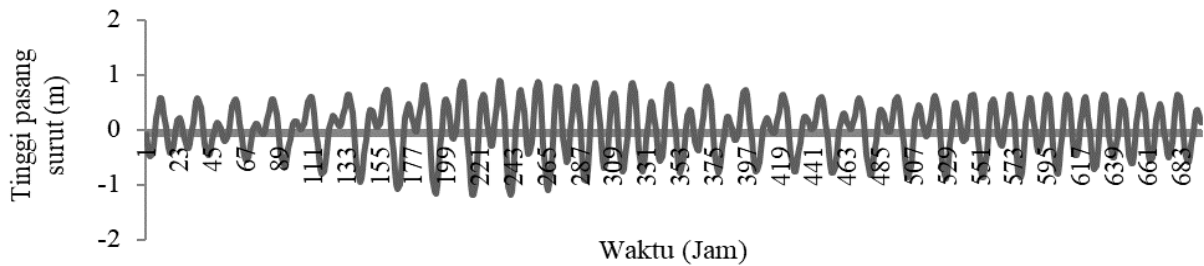
St	Suhu (°C)	Arus (m/s)	Nitrat (mg/L)	Fosfat (mg/L)	Salinitas (ppt)	pH	Kecerahan perairan (m)	D (m)	∑WS	Kategori kesesuaian
1	29,3	0,15	0,032	0,011	29	6,8	9,7	10	458	SS
2	29,7	0,16	0,033	0,010	29	8	6,9	20	445	SS
3	29,3	0,17	0,034	0,009	30	8	5,2	10	456	SS
4	29,7	0,19	0,035	0,008	30,3	7,2	8,7	10	456	SS
5	30,7	0,31	0,035	0,009	31	7,2	8,7	12	362	S
6	30	0,30	0,045	0,010	31	6,8	6	5	364	S
7	31	0,20	0,036	0,015	31	7	5,3	5	343	S
8	31	0,31	0,028	0,013	30	7	10,4	30	363	S
9	31	0,31	0,026	0,012	30	7	3,3	12	343	S
10	31,5	0,31	0,042	0,018	28	6,8	4,8	12	350	S
11	30	0,33	0,050	0,12	28	6,8	5,4	10	318	S
12	32	0,31	0,028	0,008	30	7,3	6,7	30	361	S
13	30	0,14	0,029	0,008	33,7	7,7	10,4	15	456	SS
14	29,7	0,14	0,030	0,008	31	7,3	3,3	5	394	SS
15	31,7	0,16	0,031	0,009	34	7,3	4,8	20	407	SS
16	32,5	0,21	0,042	0,018	33,5	6	10,2	15	347	S
17	32,5	0,30	0,045	0,11	34	6	12	15	359	S

Keterangan: St= Stasiun penelitian, DO= Oksigen terlarut, D= Kedalaman, ∑WS= Total hasil perkalian bobot dan skor, SS= Sangat sesuai, S= Sesuai.

Tabel 3. Daya dukung berdasarkan konsentrasi nitrat (NO_3^-).

No	Luas Area Kesesuaian (ha)	Volume (m^3)	Daya Dukung	
			Konsentrasi Nitrat (Kg-N/hari)	Produksi Rumput laut (Ton)
1	1.033,3*	3.170,8	57,87	2.333,3
2	2.081,6**	6.387,8	116,58	4.700,7
Total	3.114,9	9.558,6	174,4	7.034

Keterangan: *Sangat Sesuai, **Sesuai.



Gambar 3. Tinggi permukaan air saat pasang dan surut di Pesisir Kota Baubau.

3.2.1. Volume Perairan Kota Baubau (v_o)

Pendugaan terhadap volume perairan yang akan digunakan untuk menentukan total konsentrasi nitrat di lokasi penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data pasang surut, baik pasang tertinggi (PT) dan surut terendah (ST). Melalui penelitian ini, data harian pasang tertinggi dan surut terendah selama satu bulan dan selisihnya (h_i) diperoleh dari hasil analisis data pasang surut badan informasi geospasial (BIG) pada bulan Februari 2020, adapun tinggi permukaan air saat pasang dan surut di lokasi penelitian digambarkan sebagai berikut (Gambar 3).

Berdasarkan informasi luas area kesesuaian sebesar 3.114,9 ha dengan rata-rata selisih pasang surut dalam waktu satu bulan (h) sebesar 1,53 maka diketahui volume perairan mencapai 9.558,6 m^3 . Besarnya volume air tersebut menjadi tolok ukur kemampuan perairan dalam mengencerkan beban limbah yang masuk ke kolom air. Kurnia (2012) menyebutkan bahwa volume air termasuk di dalamnya pergerakan pasang surut dan luas perairan merupakan cara yang dapat dilakukan untuk menentukan besarnya kemampuan dalam

menerima atau mengencerkan beban limbah di perairan.

3.2.2. Total Konsentrasi Nitrat (NO_3^-) Perairan

Nitrat merupakan senyawa yang memiliki peranan penting sebagai sumber nutrisi yang dibutuhkan untuk menstimulus pertumbuhan organisme seperti fitoplankton di perairan, namun nitrat yang melampaui batas akan memicu pencemaran terhadap perairan yang menyebabkan kematian bagi organisme hewan di perairan. Proses tersebut dapat terjadi melalui peledakan populasi alga toksin. Upaya pengelolaan yang baik untuk mengantisipasi dampak negatif dari beban nitrat yang melampaui batas dengan upaya yang lestari dan menghasilkan nilai produksi yang bermanfaat terhadap pendapatan ekonomi tersebut sangat dibutuhkan. Salah satunya melalui kemampuan biokstraksi oleh organisme yang dapat menyerap (*uptake*) nitrat menjadi bahan organik yang bermanfaat. Hal tersebut dapat dilakukan melalui pengembangan budidaya rumput laut (*seaweed*). Oleh sebab itu, informasi ketersediaan nitrat di perairan sangat penting untuk menentukan biomassa rumput laut

yang dapat dibudidayakan.

Rumput laut memiliki kemampuan penyerapan (*uptake*) terhadap N dan P di perairan. Salah satu jenis rumput laut yang memanfaatkan N dan P sebagai kebutuhan nutrisi adalah *K. alvarezii*. Perbandingan unsur N dan P yang dapat diserap oleh rumput laut jenis *K. alvarezii* untuk kebutuhan pertumbuhan adalah 5,44% N dan 2-3% P (Kushartono *et al.*, 2009). Herlinah *et al.* (2017) menyebutkan bahwa diantara unsur nutrisi yang sangat berperan dalam budidaya rumput laut jenis *K. alvarezii* adalah unsur N dalam bentuk nitrat (NO_3^-). Unsur N dalam bentuk NO_3^- tersebut dapat langsung diserap ke dalam membran sel rumput laut dan disimpan dalam bentuk senyawa organik (protein, asam amino dan klorofil) (Sato *et al.*, 2006).

Hasil pengukuran di 17 titik pengamatan diketahui bahwa konsentrasi nitrat tertinggi di Pesisir Kota Baubau adalah 0,05 mg/L. Angka tersebut merupakan nilai patokan yang digunakan untuk mengakumulasi total maksimum nitrat yang dapat ditampung oleh perairan berdasarkan luas kesesuaian area dan volume air yang tersedia. Berdasarkan konsep tersebut maka diperoleh informasi bahwa dengan total luas perairan yang sesuai seluas 3.114,9 ha dan hasil analisis volume perairan sebesar 9.558,6 m³ maka diketahui bahwa total konsentrasi nitrat yang dapat ditampung oleh perairan Kota Baubau adalah sebesar 0,5 kg N/hari atau setara 174,4 kg N/tahun. Apabila beban konsentrasi nitrat melampaui batas kapasitas perairan tersebut maka kemungkinan perubahan kualitas air yang memicu pertumbuhan alga (*epifit*) lainnya sebagai hama kompetitor bagi rumput laut yang dibudidayakan akan semakin bertambah besar. Arisandi *et al.* (2014) menyebutkan bahwa *Chatomorpha crassa* merupakan salah satu jenis epifit yang mendominasi penempelan pada rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii*. *C. crassa* dapat tumbuh dalam jumlah yang besar dan menjadi kompetitor bagi rumput laut dalam

menyerap nutrisi, penempelan tersebut kemudian menyebabkan infeksi yang menyebabkan penurunan biomassa dan kualitas karagenan pada rumput laut. Hal yang sama juga dinyatakan oleh Mudeng (2017) bahwa makroepifit merupakan salah satu penyebab awal terjadinya infeksi bakteri penyebab penyakit *ice-ice* pada rumput laut. Oleh sebab itu, keberadaan kompetitor tersebut merupakan faktor yang cukup beresiko bagi rumput laut yang dibudidayakan.

3.2.3. Jumlah Rumput Laut yang dapat Dibudidayakan

Ketersediaan nutrisi di perairan merupakan informasi yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah rumput laut yang dapat dibudidayakan. Keseimbangan antara dua variabel tersebut merupakan indikator yang perlu dicapai untuk menciptakan pengelolaan budidaya rumput laut yang baik dan berkelanjutan di masa depan.

Adapun hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh informasi bahwa berdasarkan volume perairan di Pesisir Kota Baubau yang mencapai 9.558,6 m³ dan total NO_3^- maksimum yang dapat ditampung oleh perairan adalah sebesar 0,5 kg-N/hari atau 174,4 kg-N/tahun. Berdasarkan angka tersebut dikaitkan dengan kemampuan rumput laut (*K. alvarezii*) dalam menyerap konsentrasi NO_3^- sebesar $2,48 \times 10^{-2}$ kg-N/ton rumput laut kering/hari (Herlinah *et al.*, 2017) maka total jumlah rumput laut jenis *K. alvarezii* yang dapat diproduksi di Pesisir Kota Baubau dalam satu tahun adalah sebanyak 7.034 ton. Jumlah rumput laut yang dapat diproduksi tersebut masih dapat ditingkatkan sebesar 68% atau sebesar 4.760,5 ton dari produksi rata-rata rumput laut saat ini di area budidaya (Kecamatan Lea-lea dan Kokalukuna) yang baru mencapai 2273,57 ton. Produksi maksimal dapat dicapai apabila tidak melampaui batas daya dukung yang ditetapkan sebesar 7.034 ton maka jumlah unit budidaya yang dapat digunakan adalah sebanyak 19.484,8 unit

dengan estimasi bobot produksi per unit adalah 0,4 ton. Jumlah tersebut dapat dijadikan sebagai rujukan untuk membatasi jumlah rumput laut yang dapat diproduksi dan menjadi satu pendekatan yang lebih lestari dalam menentukan daya dukung budidaya berdasarkan kapasitas perairan tanpa menimbulkan perubahan kualitas ataupun kerusakan bagi lingkungan perairan.

IV. KESIMPULAN

Kawasan budidaya di Pesisir Kota Baubau secara keseluruhan memenuhi indikator kesesuaian untuk keperluan budidaya rumput laut (*K. alvarezii*). Aktivitas budidaya yang memenuhi daya dukung pada kawasan tersebut dapat dicapai melalui manajemen jumlah rumput laut yang tidak melampaui batas produksi sebesar 7.034 ton/tahun dengan ketersediaan nitrat sebagai nutrisi 0,5 kg-N/hari atau setara 174,4 kg-N/tahun. Upaya untuk menjaga kualitas produksi rumput laut dapat dilakukan melalui pembibitan dan penanaman dengan memperhatikan kualitas perairan yang memenuhi standar kesesuaian parameter fisik dan kimia perairan serta daya dukung perairan dengan pendekatan yang lebih lestari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah memberikan dukungan finansial hingga penelitian ini selesai. Universitas Halu Oleo (FPIK-UHO) yang telah memberikan fasilitas untuk keperluan analisis data sampel lapangan, serta seluruh pihak yang terlibat khususnya ketua kelompok budidaya rumput laut Palabusa.

DAFTAR PUSTAKA

Arisandi, A., A. Farid, E.A. Wahyuni, & S. Rokhmaniati. 2014. Dampak infeksi ice-ice dan epifit terhadap

pertumbuhan *Eucheuma cottoni*. *J Ilmu Kelautan*, 18(1): 1-6.

<https://doi.org/14710/ik.ijms.18.1.1-6>

Aslan, L.O.M., H. Cahyani, H. Hardianti, D.P. Kurnia, A. Febriani, N.A. Prity, Ariskanti, H. Anastasia, Disnawati, W. Iba, Ruslaini, & E. Sulistiani. 2020. Field cultivation of *Kappaphycus alvarezii* (DOTY) doty ex silva using tissue-cultured seedlings at bungin permai coastal waters, south konawe, Southeast (SE) Sulawesi: the third year of seaweed growth monitoring. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 7 p.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/473/1/012007>

Cokrowati, N., A. Nikmatullah, Z. Abidin, E. Sulman, & H. Erwansyah. 2021. Pengembangan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* di Perairan Kecamatan Buer, Kabupaten Sumbawa. *J. Pengabdian Magisyer Pendidikan IPA*, 4(2): 168-172.

<https://doi.org/10.29303/jpmpi.v4i2.800>

Food and Agriculture Organization (FAO). 2017. Waters suitability and carrying capacity area for fish and seaweed in West Nusa Tenggara. FAO. Jakarta. 79 p.

Gelli, V.C., M.T.O. Patino, J.V. Rocha, E. Barbieri, K.C. Miranda-Filho, & M.B. Henriques. 2020. Production of the *Kappaphycus alvarezii* extract as a leaf biofertilizer: Technical and economic analysis for the north coast of Sao Paulo-Brazil. *Bol. Inst. Pesca*, 46(2): 1-12.

<https://doi.org/10.20950/1678-2305.2020.46.2.568>

Gufana, S.S.M., Fendi, Karyawati, & A. Sommeng. 2017. Study of the suitability of water locations for seaweed cultivation in Muna Regency, Indonesia. *J. akuakultur*

- pesisir dan pulau-pulau kecil*, 1(2): 13–24.
<https://doi.org/10.29239/j.akuatikisle.1.2.13-24>
- Hayashi, L., G.S.M. Faria, B.G. Nunes, C.S. Zitta, L.A. Scariot, T. Rover, M.R.L. Felix, & Z.L. Bouzon. 2011. Effect of salinity on growth rate, carrageenan yield, and celluler structure of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartines) cultured in vitro. *J. applied phycology*, 23: 439–447.
<https://doi.org/10.1007/s10811-010-9595-6>
- Herlinah, Rachmansyah, & A.I.J. Asaad. 2017. Tingkat penyerapan nitrat oleh rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty). Dalam: Suguma et al., (eds.). Prosiding forum inovasi teknologi akuaultur (FITA) 2009. Surabaya, 23-25 Juni 2009. Hlm.: 169-172.
- Ingratubun, M.A., U. Zakiyah, & Y. Risjani. 2017. Ecological effect analysis in determining environmental suitability for seaweed *Kappaphycus alvarezii* farming in Levun Bay, Southeast Maluku. *J. Chem Tech*, 10(4): 587–599.
https://www.sphinxesai.com/2017/ch_vol10_no4/ch01.htm
- Johnson, B., R. Narayanakumar, A.K.A. Nazar, P. Kaladharan, & G. Gopakumar. 2017. Economic analysis of farming and wild collection of seaweed in Ramanathapuram District, Tamil Nadu. *Indian J. Fish*, 64(4): 94-99.
<https://doi.org/10.21077/ijf.2017.64.4.61828-13>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). 2019. Peluang usaha dan investasi rumput laut. Diten penguatan daya saing produk kelautan dan perikanan. Direktorat Usaha dan Invertasi. Jakarta. 106 p.
- Kim, J.K., C. Yarish, E.K. Hwang, M. Park, & Y. Kim. 2017. Seaweed aquaculture: Cultovation technologies, challenges and its ecosystem services. *IJA*, 32(1): 1-13.
<https://doi.org/10.4490/algae.2017.32.3.3>
- Kumar, Y.N., S.W. Poong, C. Gachon, J. Brodie, A. Sade, & P.E. Lim. 2020. Impact of elevated temperature on the physiological and biochemical responses of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta). *J. PLoS ONE*, 15(9): 1-16.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239097>
- Kurnia, R., K. Suwardi, I. Muchsin, & M. Boer. 2012. Model restocking kerapu macan (*Ephinephelus fuscoguttatus*). *J. Marine Fisheries*, 4(1): 59-66.
<https://doi.org/10.29244/jmf.4.1.59-66>
- Kushartono, E.W., Suryono, & E.M.R. Setiyaningrum. 2009. Aplikasi perbedaan komposisi N, P dan K ada budidaya Eucheuma cottoni di perairan Teluk Awur, Jepara. *J. Ilmu Kelautan*, 14(3): 164-169.
<https://doi.org/10.14710/ik.ijms.14.3.164-169>
- Marzuki, M. 2013. An analysis of sustainability dimensions ecology cultivation groupers in Saleh Bay of Sumbawa District, Indonesia. *IOSR-JESTFT*, 11(4): 06-11.
<https://doi.org/10.9790/2402-1104020611>
- Mosriula, M. 2019. Analysis of land suitability, carrying capacity, and development strategies for seaweed cultivation in Labakkang District, Pangkep Regency, Indonesia. *J. Akutikisle*, 3(2): 81-90.
<https://doi.org/10.29239/j.akuatikisle.3.2.81-90>
- Mudeng, J.D. 2017. Epifit pada rumput laut di lahan budidaya Desa Tumbuk. *J. Budidaya perairan*, 5(3): 57-62.
<https://doi.org/10.35800/bdp.5.3.2017.18050>

- Mujiyanto, A. Syam, D. Wijaya, & E. Purnamaningtiyas. 2020. Suitability water quality parameters for seaweed culture at Muara Gembong coastal area, Bekasi District. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 14 p.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/521/1/012012>
- Nashrullah, M.F., A.B. Susanto, I. Praktiko, & E. Yati. 2021. Analisis kesesuaian lahan budidaya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Doty) menggunakan citra satelit di Perairan Pulau Nusa Lembongan, Bali. *J. Marine Research*, 10(3): 345-354.
<https://doi.org/10.14710/jmr.v10i3.30507>
- Nursidi, S.A. Ali, H. Anshary, & A.M. Tahya. 2017. Environmental parameters and specific growth of *Kappaphycus alvarezii* in Saugi Island, South Sulawesi Province, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 10(4): 698-702.
<https://doi.org/10.20902/ijctr.2019.120133>
- Pauwah, A., M. Irfan, & M. Fatma. 2020. Analisis kandungan nitrat dan fosfat untuk mendukung pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan dengan metode *longline* di Perairan Kastela Kecamatan Pulau Ternate Kota Ternate. *Hemyscyllium*, 1(1): 10-22.
<http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/hemyscyllium/article/view/2709>
- Rameshkumar, M., R.A. James, D. Menier, & K. Kumaraswamy. 2019. Impact of seaweed farming on socio-economic development of a fishing community in Palk Bay, Southeast Coast of India. *J. Coastal zone management*, 22: 501-513.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814350-6.00022-7>
- Rees, T.A. 2003. Safety factors and nutrient uptake by seaweeds. *Mar Ecol Prog Ser*, 263: 29-42.
<https://doi.org/10.3354/meps263029>
- Rimmer, M.A., S. Larson, I. Lapong, A.H. Purnomo, P.R. Pong-Masak, L. Swanepoel, & N.A. Paul. 2021. Seaweed aquaculture in Indonesia contributes to social and economic aspects of livelihoods and community wellbeing. *J. Sustainability*, 13(9): 1-22.
<https://doi.org/10.3390/su131910946>
- Roelda, M. & C.L. Hurd. 2019. Seaweed nutrient physiology: application of concepts to aquaculture and bioremediation. *J. Phycologia*, 58(5): 552-562.
<https://doi.org/10.1080/00318884.2019.1622920>
- Salim, M.H., H.J. Sinjal, & R. Lasabuda. 2017. Geographic information system-based area suitability analysis for seaweed cultivation in south Halmahera Regency. *JASM*, 5(2): 29-34.
<https://doi.org/10.35800/jasm.5.2.2017.24564>
- Sato, K., T. Eksangsri, & R. Egashira. 2006. Ammonia-Nitrogen uptake by seaweed for water quality control in intensive mariculture ponds. *J. Chem Eng of Japan*, 39(2): 247-255.
<https://doi.org/10.1252/jcej.39.247>
- Simatupang, N.F., P.R. Pong-Masak, P. Ratnawati, Agusman, N.A. Paul, & M.A. Rimmer. 2021. Growth and product quality of the seaweed *Kappaphycus alvarezii* from different farming location in Indonesia. *Aquaculture reports*, 20: 1-8.
<https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100685>
- Suniada, K.I. & B.S. Realino. 2014. Study of location determination for seaweed culture development in Saleh Bay, Sumbawa, NTB. *J. Ecotrophic*, 9(2): 81-91.
<https://doi.org/10.15578/jkn.v9i2.6205>

- Teniwut, W.A., Marimin, & T. Djatna. 2019. GIS-Based multi criteria decision making model for site selection of seaweed farming information centre: A lesson from island, Indonesia. *J. Decision sci let*, 8(2): 137-150. <https://doi.org/10.5267/j.dsl.2018.8.001>
- Thomas, J.B., F.S. Ramos, & F. Grondahl. 2019. Identifying suitable sites for macroalga cultivation on the Swedish West Coast. *J. Coast Manag*, 47(1): 88-106. <https://doi.org/10.1080/08920753.2019.1540906>
- Widigdo, B. & J. Pariwono. 2003. Daya dukung perairan di pantai utara Jawa Barat untuk budidaya udang (Studi kasus di Kabupaten Subang, Teluk Jakarta dan Serang). *J. Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 1: 10-17. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jippi/article/view/5643>
- Windah, O., H. Helminuddin, S. Abdusysyahdid. 2018. Analisis kebijakan pengembangan budidaya rumput laut *Gracilaria* sp. dalam tambak di Kecamatan Muara Badak. *J. AGRIFOR*, 17(1): 141-152. <https://doi.org/10.31293/af.v17i1.3071>
- Yulius, M. Ramdhan, J. Prihantono, D.G. Pryambodo, D. Saepuloh, H.L.S. Salim, I. Rizaki, & R.I. Zahara. 2016. Budidaya rumput laut dan pengelolaannya di Pesisir Kabupaten Dompu, Provinsi Nusa Tenggara Barat berdasarkan analisa kesesuaian lahan dan daya dukung lingkungan. *J. Segara*, 15(1): 19-30. <https://doi.org/10.15578/segara.v15i1.7429>
- Zheng, Y., R. Jin, X. Zhang, Q. Wang, & J. Wu. 2019. The considerable environmental benefits of seaweed aquaculture in China. *SERBA*, 33: 1203-1221. <https://doi.org/10.1007/s00477-019-01685-z>
- Submitted : 17 September 2021*
Reviewed : 04 November 2021
Accepted : 25 February 2022

FIGURE AND TABEL TITLES

- Figure 1. Research area, Located on The Baubau Coastal Waters.*
- Figure 2. Suitability maps for seaweed cultivation in Baubau Coastal Waters.*
- Figure 3. Water level at the high and low tide in the Baubau Coastal Waters.*
- Table 1. Coordinate of the sampling stations.*
- Table 2. Water quality indicators for seaweed cultivation area.*
- Table 3. Results of the physical and chemical parameter in Baubau Coastal Water.*
- Table 4. Carrying capacity based on the nitrate concentration (NO_3^-).*

