

ANALISIS POTENSI KAWASAN BUDIDAYA LAUT DAN IMPLIKASINYA TERHADAP KUALITAS PERAIRAN DI GUGUS KEPULAUAN TIWORO

Analysis of Marine Cultivation Area Potential and Its Implications for Water Quality in the Tiworo Islands

Romy Ketjulan*¹, Zulhamsyah Imran², Muhumad Fajar Purnama¹, La Ode Muhumad Yasir Haya³, Wa Iba⁴, Kadir Sabilu⁴, La Ode Aslin⁴

1 Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo. Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu. Kendari 93232

2 Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

3 Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo. Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu. Kendari 93232

4 Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo. Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu. Kendari 93232

*Korespondensi email : romy.ketjulan@uho.ac.id

(Received 7 April 2023; Accepted 25 Juni 2023)

ABSTRAK

Kepualaan Tiworo merupakan area *fishing ground* yang telah mengalami penurunan produktivitas akibat tingginya intensitas penangkapan. Sebagai bentuk problem solving kondisi tersebut Pemerintah Daerah setempat merencanakan pengembangan kegiatan budidaya laut di kawasan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi kawasan budidaya laut dan implikasinya terhadap mutu air di perairan pulau-pulau kecil Kepulauan Tiworo Kabupaten Muna Barat. Kajian potensi kawasan budidaya mencakup aspek kesesuaian dan daya dukung, khususnya budidaya rumput laut, budidaya keramba jaring apung (KJA), dan budidaya keramba jaring tancap (KJT). Kesesuaian perairan ditentukan dengan menggunakan analisis matriks kesesuaian lahan. Daya dukung lahan untuk budidaya diestimasi dengan menggunakan pendekatan fisik. Sedangkan implikasi terhadap mutu air dianalisis dengan pendekatan estimasi beban limbah yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Luas perairan yang sesuai untuk budidaya rumput laut sebesar 1.7461 ha. Jumlah unit budidaya yang dapat diusahakan sebesar 1.4133 unit budidaya dengan asumsi setiap unit budidaya berukuran 50 x 100 m. Luas perairan untuk budidaya KJA sebesar 6.528 ha, dengan jumlah unit budidaya yang dapat diusahakan sebesar 3.138 unit KJA. Sementara itu, luas perairan untuk budidaya KJT 115,9 ha, dengan jumlah unit KJT yang dapat diusahakan sebesar 56 unit. Estimasi limbah yang dihasilkan yang akan membetuk ion amonia sebesar 0,001 mg/l masih jauh dibawah baku mutu air (0,3 mg/l) sesuai Kepmen LH No. 51 tahun 2004.

Kata Kunci : Budidaya laut, Daya Dukung, Estimasi Limbah Organik, Kesesuaian, Kepulauan Tiworo

ABSTRACT

Tiworo Islands is a fishing ground area that has experienced a decrease in productivity due to high fishing intensity. As a form of problem-solving for this condition, the local government plans to develop marine aquaculture activities. This study aims to analyze the potential of the marine aquaculture area and its implications for water quality in the waters surrounding the small islands of the Tiworo Islands in West Muna District. The potential of the aquaculture area includes suitability and carrying capacity aspects, especially for seaweed cultivation, floating net cage (FNC) cultivation, and moored net cage (MNC) cultivation. The suitability of the waters was determined using a land suitability matrix analysis. The carrying capacity of the waters for cultivation was estimated using a physical approach. Meanwhile, the implications for water quality were analyzed using an estimation approach to the waste load produced. The study results showed that suitable area for seaweed cultivation was calculated to be 17,461 hectares. The number of cultivation units that could be operated, thus, is 14,133 units. The suitable area for FNC cultivation was 6,528 hectares, with the number of FNC units that can be operated being 3,138 units. Meanwhile, the suitable area for MNC cultivation was 115.9 hectares, with the number of MNC units that can potentially be operated being 56 units. The estimated waste that would produce ammonia ions was 0.001 mg/L.

Keywords: Mariculture, Carrying Capacity, Estimation of Organic Waste, Suitability, Tiworo Islands

PENDAHULUAN

Kepulauan Tiworo adalah gugus pulau-pulau kecil yang terletak di perairan Selat Tiworo. Secara administratif kawasan ini masuk dalam wilayah Kabupaten Muna Barat, dan merupakan daerah otonom baru di Provinsi Sulawesi Tenggara. Wilayah ini juga merupakan area *fishing ground* bagi nelayan lokal yang bermukim di Kepulauan Tiworo dan juga nelayan-nelayan kecil yang berasal dari daerah lain seperti Tinanggea, Pamandati, Puupi, Torobulu (Konawe Selatan), Kasipute, Poleang, Kabaena (Bombana), Tampo (Muna), Mawasangka dan Mawasangka Timur (Buton Tengah) Mustaruddin (2011) dan (Sampaga *et al*, 2019).

Jenis komoditi tangkapan yang cukup terkenal di Kepulauan Tiworo adalah *Portunus pelagicus* (rajungan). Usaha penangkapan rajungan yang dilakukan secara intensif telah mengakibatkan populasi rajungan di alam semakin berkurang (Astuti *et al*, 2019). Kondisi ini tentu berdampak pada menurunnya hasil tangkapan dan mempengaruhi tingkat pendapatan masyarakat di Kepulauan Tiworo dan sekitarnya. Sebagai bentuk *problem solving* atas permasalahan di atas, maka salah satu kebijakan Pemerintah Kabupaten Muna Barat di bidang perikanan adalah mengembangkan perikanan budidaya sebagaimana tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) tahun 2017-2022 (BAPPEDA Kabupaten Muna Barat, 2017). Pengembangan kegiatan perikanan budidaya yang direncanakan diyakini mampu menciptakan peluang usaha dan membuka lapangan kerja, serta dapat dilakukan oleh seluruh lapisan masyarakat khususnya yang bermata pencaharian sebagai nelayan.

Di Indonesia perikanan budidaya laut memiliki masa depan yang cukup prospektif. Selain karena ditunjang oleh perairan yang sangat luas, juga ditunjang oleh iklim yang relatif stabil (Rimmer, 2010). Tertuang dalam UU Perikanan No. 45 tahun 2009 bahwa budidaya juga merupakan salah satu pilar dalam mewujudkan pasokan ikan konsumsi domestik dan kebutuhan bahan baku industri pengolahan. Hal-hal tersebut menjadi faktor pendukung dalam mengembangkan kegiatan budidaya laut.

Di beberapa lokasi perairan Kepulauan Tiworo, usaha marikultur pernah dilakukan oleh masyarakat, diantaranya adalah budidaya rumput laut dan keramba jaring apung (KJA). Namun demikian kegiatan tersebut dilakukan secara tradisional tanpa diawali dengan analisis kesesuaian lahan, sehingga masyarakat dihadapkan dengan berbagai persoalan kualitas lingkungan. Fenomena ini tentu kontradiktif dengan kebijakan pengembangan kegiatan budidaya di Kepulauan Tiworo yang telah dicanangkan oleh pemerintah daerah setempat.

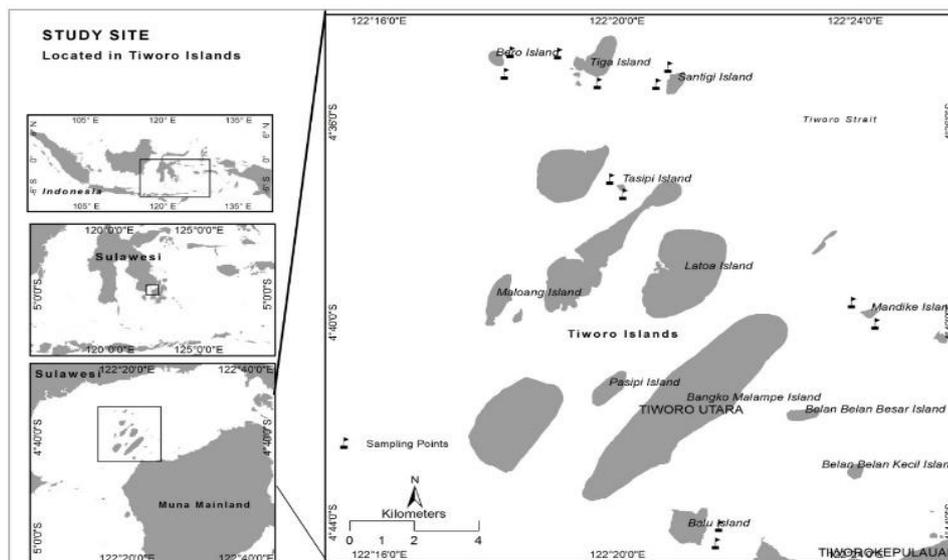
Sebagai bentuk tindak lanjut kebijakan pengembangan kegiatan budidaya laut sebagaimana disebutkan dalam RPJMD Kabupaten Muna Barat, tentu perlu didukung dengan kajian ilmiah yang berkaitan dengan faktor kesesuaian lahan, daya dukung, dan implikasi kegiatan budidaya laut yang akan dikembangkan. Ketidaksihesuaian parameter kualitas perairan di lokasi budidaya merupakan salah satu faktor penghambat kegiatan budidaya (Hartoko & Helmi, 2004).

Sebagai bentuk dukungan dalam memperkuat *problem solving* yang tempuh oleh Pemerintah Kabupaten Muna Barat, maka penelitian ini menjadi penting, dengan tujuan untuk mengetahui potensi kawasan budidaya laut di perairan gugus Kepulauan Tiworo.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di perairan gugus Kepulauan Tiworo khususnya di Kecamatan Tiworo Utara Kabupaten Muna Barat Provinsi Sulawesi Tenggara pada bulan Maret 2019. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kepulauan Tiworo (Ketjulan *et al.*, 2019)

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pH meter, DO meter, seichi disc, current meter, thermometer, hand refraktometer, peta bathimetri, citra SPOT 2016.

Parameter Lingkungan Perairan

Parameter lingkungan perairan meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, kecepatan arus, kecerahan perairan, kedalaman, dan tipe substrat perairan. Setiap parameter lingkungan tersebut dibuat dalam bentuk peta tematik, dan selanjutnya di lakukan tumpang susun (overlay) untuk menentukan kawasan yang sesuai dan yang tidak sesuai dengan menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.2.

Analisis Data

Penentuan daya dukung budidaya rumput laut dilakukan dengan menggunakan metode kapasitas perairan sebagai berikut (Erlania, dan Radiarta, 2014).

$$P = \left[\frac{L_2 - L_1}{L_2} \times 100\% \right] = \left[\frac{(p_2 \times l_2) - (p_1 \times l_1)}{(p_2 \times l_2)} \times 100\% \right],$$

Keterangan:

KP = kapasitas perairan (%),

L₁ = luas unit budidaya yang dikelola (m²),

L₂ = luas unit budidaya yang sesuai (m²),

p₁ = panjang unit budidaya yang dikelola (m),

p₂ = panjang yang sesuai untuk satu unit budidaya (m),

l₁ = lebar unit budidaya yang dikelola (m)

l₂ = lebar yang sesuai untuk satu unit budidaya (m)

Daya dukung untuk budidaya ikan di keramba dihitung dengan menggunakan pendekatan fisik sebagai berikut (Adibrata *et al.*, 2013).

$$\text{Daya Dukung Kawasan (DDK)} = \frac{\text{Luas Kawasan Sesuai (LKS)}}{2,08 \text{ ha}}$$

Angka 2,08 ha adalah nilai konstanta (luas area yang dibutuhkan dalam 1 kelompok). Sesuai dengan daya dukung setiap kegiatan budidaya, maka produksi limbah organik yang berasal dari pakan dapat diperkirakan. Estimasi produksi limbah dilakukan dengan menggunakan metode sebagai berikut (Mansur *et al.*, 2013).

$$\text{Kg N} = (A \times \text{Cdn}) - (B \times \text{Cfn})$$

Keterangan:

A = bobot basah pakan yang digunakan (kg)

B = bobot basah kerapu yang diproduksi (kg)

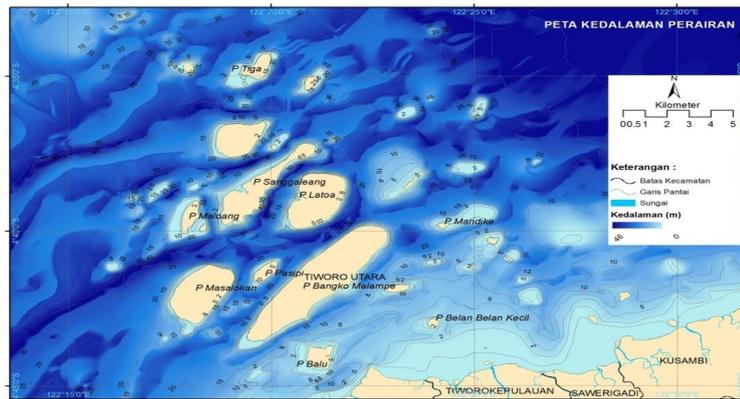
Cd = kandungan nitrogen (Cdn) di pakan diekspresikan sebagai % bobot basah)

Cf = kandungan nitrogen (Cfn) dari karkas ikan, diekspresikan sebagai % bobot basah.

HASIL

Kedalaman Perairan

Kedalaman perairan merupakan faktor pembatas utama yang perlu diperhatikan dalam kegiatan budidaya laut. Faktor kedalaman perairan berperan penting dalam menentukan lokasi yang sesuai, berdasarkan metode budidaya yang diterapkan. Untuk pertumbuhan rumput laut kedalaman air yang baik antara 2-15 m pada saat surut terendah untuk metode apung. Variasi kedalaman perairan di gugus Kepulauan Tiworo disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta kedalaman perairan di Kepulauan Tiworo

Kecerahan Perairan

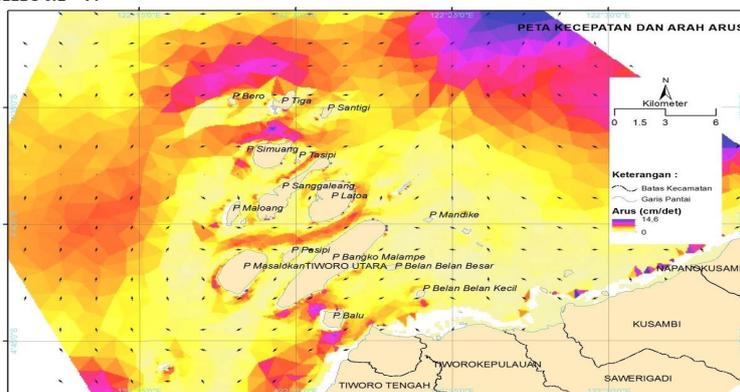
Kecerahan perairan sangat dibutuhkan dalam proses fotosintesis fitoplankton, tumbuhan air, maupun untuk pertumbuhan rumput laut yang dibudidayakan. Hasil pengukuran kecerahan perairan di beberapa titik Kepulauan Tiworo menunjukkan bahwa tingkat kecerahan perairan berkisar antara 2,5-18,5 m. Peta kecerahan perairan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta kecerahan perairan di Kepulauan Tiworo

Kecepatan Arus

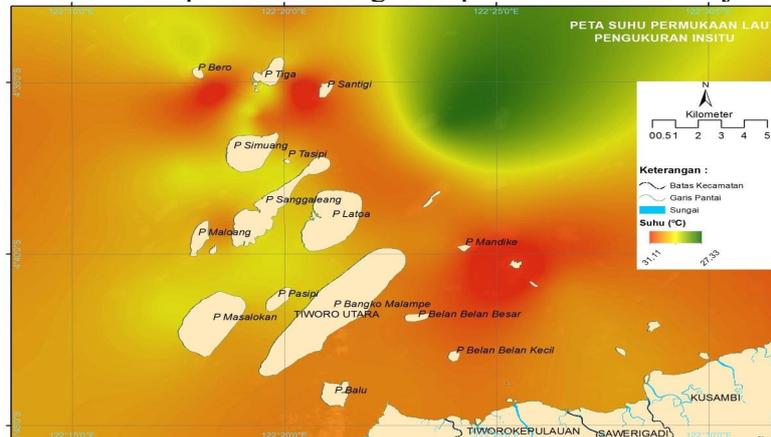
Keberadaan arus sangat membantu dalam menyediakan makanan, membersihkan alga dari kotoran dan bakteri serta menjamin ketersediaan nutrisi. Hasil pengukuran kecepatan arus di Gugus Kepulauan Tiworo berkisar antara 5,12-27,77 cm/dtk. Arah dan kecepatan arus disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta kecepatan dan arah arus di Kepulauan Tiworo

Suhu

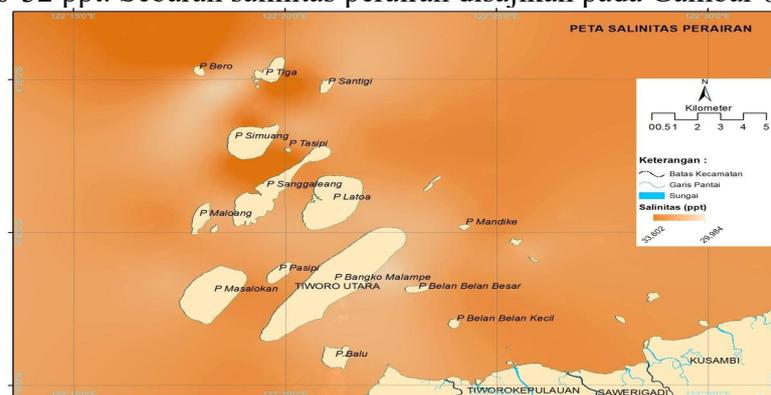
Pengukuran suhu perairan di Gugus Kepulauan Tiworo memiliki kisaran antara 29-31⁰C. Kisaran suhu tersebut merupakan suhu normal dan masih mendukung untuk kelangsungan hidup biota laut. Variasi suhu perairan di Gugus Kepulauan Tiworo disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta suhu permukaan di Kepulauan Tiworo

Salinitas

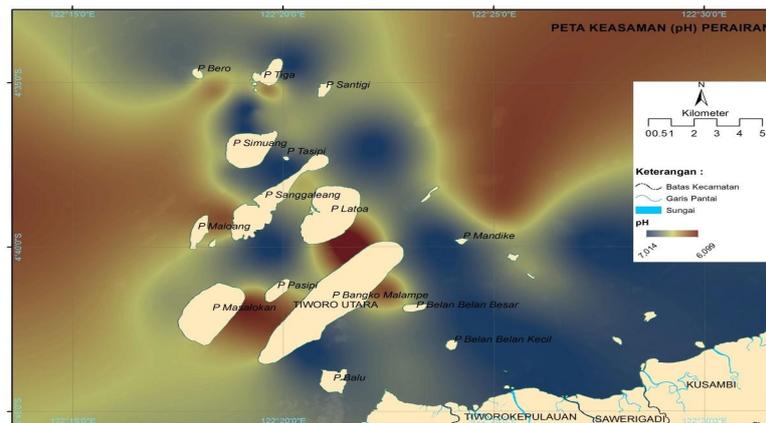
Salinitas merupakan ukuran konsentrasi jumlah garam terlarut dalam air laut yang sangat menentukan penyebaran biota laut. Perairan dengan salinitas lebih rendah atau lebih tinggi dari pada kisaran normal air laut merupakan faktor penghambat (*limiting factor*) untuk penyebaran biota laut tertentu. Pengukuran salinitas perairan di Gugus Kepulauan Tiworo menunjukkan kisaran antara 30-32 ppt. Sebaran salinitas perairan disajikan pada Gambar 6



Gambar 6. Peta salinitas perairan di Kepulauan Tiworo

pH

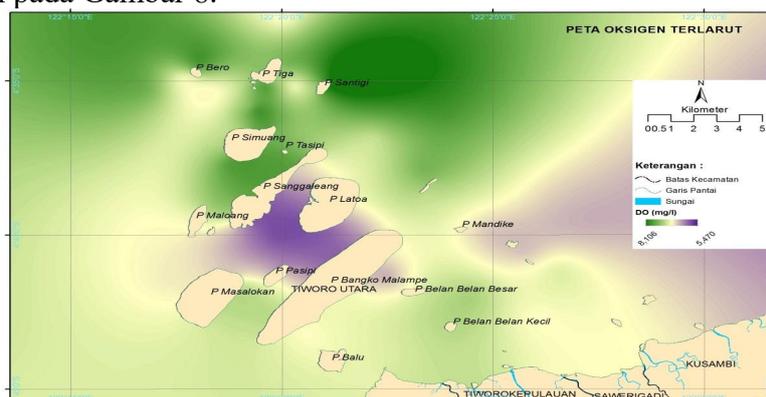
Pengukuran nilai pH perairan merupakan suatu metode untuk mengetahui karakteristik suatu perairan bersifat asam atau justru bersifat basa. Semakin rendah nilai pH perairan, maka perairan tersebut bersifat asam, sebaliknya jika basa maka pH tinggi. Nilai pH < 7 menunjukkan lingkungan dalam kondisi asam, sedangkan nilai pH > 7 menunjukkan lingkungan basa, dan pH 7 dapat dikatakan sebagai pH netral. Hasil pengukuran pH di Gugus Kepulauan Tiworo diperoleh nilai berkisar antara 6,1-7,3. Peta keasaman perairan disajikan pada Gambar 7



Gambar 7. Peta keasaman perairan (pH) di Kepulauan Tiworo

Oksigen Terlarut

Keberadaan oksigen terlarut di perairan mengalami fluktuasi baik secara harian maupun musiman, tergantung pada pencampuran dan pergerakan massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air (Ariadi *et al.*, 2021). Hasil pengukuran oksigen terlarut di Gugus Kepulauan Tiworo menunjukkan kisaran antara 5,5-8 mg/L. Peta oksigen terlarut disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Peta oksigen terlarut di Kepulauan Tiworo

Potensi dan Daya Dukung Budidaya Laut

Berdasarkan hasil analisis kesesuaian, perairan Kepulauan Tiworo sangat potensial untuk pengembangan budidaya rumput laut, budidaya ikan dalam Keramba Jaring Apung (KJA) dan keramba jaring tancap (KJT). Perairan yang sesuai untuk budidaya rumput laut sebesar 17.461 ha. Sesuai dengan luasan tersebut, maka jumlah unit budidaya yang dapat diusahakan sebesar 13.133 unit dengan asumsi setiap unit berukuran 50 x 100 m. Sementara itu, perairan yang sesuai untuk budidaya ikan di KJA memiliki luas sebesar 6.528 ha. Total KJA yang dapat diusahakan sebesar 3.138 unit dengan asumsi setiap unit KJA berukuran 3 x 3 x 3 m. Untuk budidaya KJT potensi lahan yang sesuai sebesar 115.9 ha. Luas tersebut dapat diusahakan sebesar 56 unit KJT dengan asumsi setiap unit berukuran 3 x 3 x 3 m. Peta kesesuaian masing-masing kegiatan budidaya disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Peta kesesuaian budidaya laut di perairan Kepulauan Tiworo

Estimasi Produksi Limbah Budidaya (KJA/KJT)

Volume limbah yang dihasilkan dari kegiatan budidaya laut khususnya budidaya KJA dan KJT sangat tergantung pada besarnya potensi lahan yang sesuai dan intensitas pemberian pakan budidaya. Hasil estimasi produksi limbah dari kegiatan budidaya tersebut disajikan pada tabel 2 dan tabel 3 berikut.

Tabel 2. Estimasi produksi limbah yang bersumber dari pakan di KJA

No	Tahap/fase	Jumlah ekor	Rata-rata bobot (g)	Total bobot (g)	Kebutuhan pakan per hari (kg)	Total pakan dimakan (kg)	Total pakan tidak dimakan (kg)	Total limbah feses (kg)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Juvenil	4 725	50	236 250	18.90	15.12	3.78	5.44
2.	Dewasa	500	500	250 000	25.00	20.00	5.00	7.20
	Total bahan organik (kg)	Kandungan N dalam pakan terbuang (kg)	Kandungan N dalam feses (kg)	Total limbah N (kg)	Jumlah Unit KJA sesuai luas lahan	Jumlah petak KJA	Total limbah N (kg)	Konsentrasi N (mg/L)
	10	11	12	13	14	15	16	17
	9.22	0.68	1.03	1.71	3 138	12 552	21 522	0.0165
	12.20	0.90	1.37	2.27	3 138	12 552	28 468	0.0218

Tabel 3. Estimasi produksi limbah yang bersumber dari pakan di KJT

No	Tahap/fase	Jumlah ekor	Rata-rata bobot (g)	Total bobot (g)	Kebutuhan pakan per hari (kg)	Total pakan dimakan (kg)	Total pakan tidak	Total limbah feses (kg)
----	------------	-------------	---------------------	-----------------	-------------------------------	--------------------------	-------------------	-------------------------

							dimakan (kg)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Juvenil	4 725	50	236 250	18.90	15.12	3.78	5.44
2.	Dewasa	500	500	250 000	25.00	20.00	5.00	7.20

Total bahan organik (kg)	Kandungan N dalam pakan terbuang (kg)	Kandungan N dalam feses (kg)	Total limbah N (kg)	Jumlah Unit KJT sesuai luas lahan	Jumlah petak KJT	Total limbah N (kg)	Konsentrasi N (mg/L)
10	11	12	13	14	15	16	17
9.22	0.68	1.03	1.71	56	224	384.07	0.0828
12.20	0.90	1.37	2.27	56	224	508.03	0.1096

PEMBAHASAN

Hasil analisis kesesuaian perairan ketiga jenis kegiatan budidaya (rumput laut, KJA, dan KJT) memiliki luas kawasan yang berbeda-beda. Perairan yang sesuai untuk kegiatan budidaya rumput laut memiliki luas yang paling besar, yakni sebesar 17.461 ha. Berdasarkan luasan tersebut, kapasitas perairan yang dapat dimanfaatkan atau luas lahan efektif untuk usaha budidaya rumput laut sebesar 7.066 ha atau 40,47%. Jumlah unit budidaya yang dapat diusahakan sebesar 14.133 unit, dengan asumsi ukuran setiap unit sebesar 50x100 m. Total kapasitas perairan untuk budidaya rumput laut sangat tergantung pada ukuran luas satu unit budidaya. Pada umumnya usaha budidaya rumput laut memiliki ukuran yang berbeda-beda, namun berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 7579.2. (2010) luas satu unit budidaya berukuran 50x100 m atau sebesar 1.500 m², dan berukuran 25x100 m atau sebesar 2.500 m². Luas tersebut belum termasuk luas katir penyeimbang atau ruang antara yang berukuran 10 m dari sisi panjang, dan 10 m juga dari sisi lebar. Jika ditambah dengan katir penyeimbang sebesar 10 m setiap sisi unit budidaya, maka satu unit budidaya membutuhkan total luas lahan sebesar 70 x 120 m atau sebesar 8.400 m² untuk ukuran unit 50x100 m, dan 45x120 m atau 5.400 m² untuk ukuran unit 25x100 m. Analisis yang digunakan dilakukan untuk menghitung kapasitas perairan di Kepulauan Tiworo mengacu pada Standar Nasional Indonesia No. 7579.2. (2010) tentang produksi budidaya rumput laut metode *long line* dengan ukuran unit yang digunakan sebesar 50x100 m.

Besarnya potensi perairan yang dimiliki, maka pengembangan usaha budidaya rumput laut di wilayah tersebut sangat prospektif dan dapat menggerakkan sektor perekonomian. Selain ditunjang oleh lingkungan yang sesuai, teknologi usaha budidaya rumput laut cukup sederhana sehingga dapat dilakukan oleh seluruh lapisan masyarakat. Masa pemeliharaan rumput laut relatif cepat dan menghasilkan keuntungan yang dapat membantu perekonomian masyarakat ditengah menurunnya produksi perikanan tangkap. Dalam perspektif kelestarian lingkungan, budidaya rumput laut merupakan kegiatan yang ramah lingkungan, karena relatif tidak menghasilkan limbah sebagaimana kegiatan budidaya laut lainnya. Organisme rumput laut justru memiliki kemampuan sebagai biofilter terhadap logam berat tembaga (Cu) di perairan (Yulianto *et al.*, 2006). Unsur tembaga (Cu) merupakan salah satu bahan pencemar yang dikhawatirkan keberadaannya karena memiliki tingkat toksisitas yang tinggi dalam lingkungan perairan. Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa perairan yang sesuai untuk kegiatan budidaya rumput laut mencakup seluruh wilayah Gugus Kepulauan Tiworo. Namun demikian,

pengembangan budidaya rumput laut juga memiliki tantangan. Salah satu kendala yang dihadapi adalah ketersediaan bibit yang mampu bertahan terhadap perubahan iklim, dan kemampuan petani dalam hal produksi tidak memenuhi standar bahan baku industri.

Selain potensi budidaya rumput laut yang dapat dikembangkan di Kepulauan Tiworo, kegiatan lain yang memiliki potensi adalah budidaya ikan di KJA dan KJT. Dari aspek kedalaman perairan yang berkisar antara 2 - 30 m menunjukkan bahwa perairan Kepulauan Tiworo cukup menunjang aktivitas budidaya laut. Sementara itu Yunus *et al* (2019) menyebutkan bahwa lokasi budidaya ikan di keramba dapat dilakukan hingga kedalaman 2 - 15 m. Kedalaman 2 - 15 m tersebut ditemukan di beberapa titik, utamanya yang berdekatan dengan gugus pulau-pulau kecil. Semakin jauh dari gugus pulau kecil kedalaman juga semakin bertambah hingga mencapai lebih dari 10 m. Menurut Adipu *et al* (2013) perairan yang terlalu dalam misalnya lebih dari 10 m, menyebabkan material konstruksi wadah menjadi lebih banyak. Selain faktor kedalaman, kecepatan arus juga menjadi faktor penting dalam pengembangan kegiatan budidaya laut. Hasil pengukuran kecepatan arus di Gugus Kepulauan Tiworo berkisar antara 5.12 - 27.77 cm/dtk. Suniada & Realino (2014) menemukan lokasi budidaya rumput laut yang sesuai memiliki kecepatan arus berkisar 9,9 - 11,5 cm/dtk. Untuk budidaya ikan di KJA kecepatan arus merupakan variabel penting yang berperan untuk membawa sisa pakan atau kotoran ikan tetapi tidak sampai mengganggu jaring.

Suhu perairan di Kepulauan Tiworo yang berkisar antara 29 - 31 °C merupakan suhu yang cukup baik dalam mendukung kelangsungan hidup biota laut. Hernanto *et al* (2015) menyebutkan suhu optimum untuk budidaya ikan berkisar 28 - 30 °C. Demikian pula salinitas perairan yang masih menunjukkan kisaran yang normal bagi pertumbuhan biota laut. Hasil pengukuran salinitas di Gugus Kepulauan Tiworo menunjukkan bahwa salinitas perairan laut berkisar antara 30-32 ppt. Untuk budidaya ikan jenis Kerapu di KJA secara umum memiliki salinitas optimum pada kisaran 27 - 34 ppt (Saputra & Priono, 2006).

pH perairan di Gugus Kepulauan Tiworo juga menunjukkan kisaran antara 6.1-7.3. Nilai pH yang diperoleh dari hasil pengukuran tersebut menunjukkan kisaran yang normal. Mudeng *et al* (2015) menyebutkan bahwa pH yang baik untuk pertumbuhan rumput laut dapat tumbuh dengan baik dengan kisaran pH 6,5 - 8,5. Oksigen terlarut di perairan Kepulauan Tiworo menunjukkan kisaran antara 5.5 - 8 mg/l. Sebaran oksigen terlarut yang ditampilkan pada Gambar 32, menunjukkan bahwa perairan yang jaraknya relatif jauh dari daratan memiliki konsentrasi oksigen yang lebih tinggi dengan perairan yang lebih dekat dengan daratan. Namun demikian perbedaan konsentrasi tersebut tidak begitu besar, dan secara keseluruhan konsentrasi oksigen di wilayah tersebut masih mendukung kelangsungan hidup biota laut. Menurut Nikhlani & Kusumaningrum (2021) ketersediaan oksigen terlarut yang optimal berkisar 3,6 - 4,0 mg/L masih mendukung aktivitas budidaya laut.

Berdasarkan hasil analisis kesesuaian perairan untuk budidaya ikan di KJA yang dilakukan di Kepulauan Tiworo, luas perairan yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebesar 6.528 ha. Potensi tersebut jauh lebih kecil dibandingkan dengan potensi perairan untuk budidaya rumput laut. Perbedaan potensi lahan budidaya tersebut disebabkan karena budidaya ikan di KJA memiliki persyaratan lingkungan yang lebih ketat dibandingkan dengan perairan untuk budidaya rumput laut.

Total luas perairan yang sesuai untuk pengembangan budidaya KJA secara fisik sebesar 3.138 unit KJA. Proyeksi jumlah unit KJA tersebut diperoleh dari total luas lahan yang sesuai dibagi dengan 2,08 ha. Luas area 2,08 ha merupakan luas perairan yang dibutuhkan dalam satu kelompok budidaya (Adibrata *et al.*, 2013).

Besarnya potensi pengembangan budidaya KJA tentunya berkaitan dukungan kualitas perairan di lokasi budidaya. Mutu air di lokasi budidaya berkaitan dengan kelarutan senyawa senyawa kimia utamanya unsur nitrogen (N) yang berasal dari pakan. Besarnya N yang masuk

ke perairan budidaya sangat tergantung pada skala usaha budidaya yang dilakukan. Semakin besar skala usaha semakin besar pula kebutuhan pakan yang diperlukan, demikian pula produksi limbah yang dihasilkan.

Volume pakan yang diberikan juga sangat tergantung pada bobot dan padat tebar ikan yang diterapkan. Menurut Santoso (2007) bibit ikan berukuran kurang dari 50 g disarankan ditebar dengan kepadatan 175 individu/m³, ikan ukuran 100-200 g sekitar 63 individu/m³, sedangkan bibit ikan yang berukuran lebih dari 1.200 g sekitar 17 individu/m³. Jika bibit ikan budidaya dengan bobot 50 g/individu dengan padat tebar yang digunakan sebesar 175 individu/m³, maka jumlah individu ikan dalam petak KJA yang berukuran 3x3x3 m sebesar 4.725 individu. Total biomassa ikan dalam petak KJA sebesar 236.250 g atau 236,25 kg. Jika rata-rata pemberian pakan setiap hari sebesar 8% dari total biomassa, maka kebutuhan pakan yang diberikan setiap hari sebesar 18,9 kg. Jumlah tersebut merupakan total bahan organik yang akan masuk ke perairan. Menurut Brune *et al* (2003) 36% dari pakan yang dimakan diekskresi menjadi limbah organik yang larut dalam air. Selain itu pakan yang tidak dimakan berkisar antara 20-30% dari jumlah pakan yang diberikan (Azwar *et al*, 2004). Mengacu pada hasil penelitian tersebut, maka jumlah pakan sebagai limbah sebesar 9,2 kg/hari yang berasal dari pakan yang tidak dimakan sebesar 3,78 kg, dan limbah yang berasal dari feses ikan sebesar 5,44 kg.

Besarnya kandungan N dari produksi limbah organik yang dihasilkan sangat tergantung pada kandungan N dalam pakan. Menurut Bramana *et al* (2014) kandungan N dalam pakan sebesar 12,6%, kandungan N dalam feses sebesar 19%, sedangkan N dalam pakan yang terbuang atau tidak dimakan sebesar 18%. Mengacu pada hasil penelitian tersebut, maka total kandungan N yang berasal dari pakan yang tidak dimakan sebesar 0,68 kg/hari, sedangkan total N yang berasal dari feses sebesar 1.034 kg. Dengan demikian, total kandungan N yang dihasilkan setiap hari sebesar 1.715 kg.

Seiring dengan pertumbuhan ikan, dilakukan penyesuaian padat tebar hingga mencapai umur panen. Pada tahap ikan dewasa atau ukuran konsumsi (500 g) pada umumnya padat tebar yang diterapkan adalah 500 individu setiap petak KJA dengan ukuran 3x3x3 m. Total biomassa ikan pada tahap tersebut sebesar 250 kg. Pakan yang diberikan setiap hari juga sebesar 8 - 10% dari total biomassa ikan. Jika pemberian pakan diberikan sebesar 10% dari total biomassa ikan, maka jumlah pakan yang diberikan sebesar 25 kg/hari. Dari total jumlah pakan yang diberikan tersebut terdapat sekitar 20% tidak termakan, atau sebesar 5 kg, sedangkan pakan yang diekskresikan sebagai limbah oleh hewan budidaya sebesar 36% dari total pakan yang dimakan, yakni sebesar 7,2 kg. Total jumlah pakan yang akan menjadi limbah sebesar 12,2 kg. Kandungan N yang berasal dari limbah pakan yang tidak dimakan sebesar 0,9 kg, sedangkan kandungan N yang berasal dari feses ikan sebesar 1,36 kg, sehingga total N yang dihasilkan sebesar 2,26 kg.

Berdasarkan analisis tersebut, produksi limbah organik setiap unit KJA dari aktivitas budidaya mulai dari pada tahap juvenil sampai ukuran dewasa berkisar antara 9,2-12,2 kg/hari, sedangkan total limbah N sebesar 1,71-2,27 kg/hari. Jika luas perairan yang sesuai untuk KJA sebesar 6.528 ha atau 65.280.000 m² dengan kedalaman rata-rata 20 m, maka volume air yang tersedia sebesar 1.305.600.000.000 liter air. Jika daya dukung KJA secara fisik berjumlah 3.138 unit dengan jumlah petak sebesar 12.552 petak, maka total limbah N/hari sebesar 21,52 kg/hari. Berdasarkan asumsi tersebut, maka konsentrasi N/hari yang dihasilkan adalah 0,0165 mg/L N pada saat fase juvenil. Pada saat ikan berukuran dewasa dimana limbah N yang dihasilkan setiap petak KJA sebesar 2,26 kg, maka total limbah N yang dihasilkan total unit KJA setiap hari sebesar 28,46 kg. Total limbah N sebesar 28,46 kg akan mengalami pengenceran sesuai dengan volume air yang tersedia dengan konsentrasi 0,0218 mg/L N. Jika diasumsikan konsentrasi N tersebut sebesar 0,0165 pada tahap juvenil, dan 0,0218 mg/L pada

fase dewasa sebagai total amonia, maka pada suhu 30⁰C dan kondisi pH perairan sebesar 8 (bassa), konsentrasi amonia yang tidak terionisasi (NH₃) yang dihasilkan sebesar 0,001 mg/L. Konsentrasi amonia tersebut lebih kecil dibandingkan dengan baku mutu sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 (2004) sebesar 0,3 mg/L. Jika mengacu pada konsentrasi amonia yang dihasilkan, maka daya dukung perairan sebesar 300 kali lebih besar dibandingkan dengan jumlah unit KJA di area yang sesuai.

Keramba jaring tancap atau KJT juga merupakan wadah pembesaran untuk berbagai jenis ikan maupun krustasea. Konstruksi KJT relatif hampir sama dengan konstruksi KJA. Konstruksi KJT berupa sistem kurungan dimana tiang penyangga ditancapkan di dasar perairan. Oleh karena tiang penyangga tersebut ditancapkan di dasar perairan maka ketersediaan lahan untuk pengembangan lokasi KJT sangat tergantung pada kedalaman tertentu. Hasil analisis kesesuaian yang dilakukan menunjukkan bahwa lokasi yang sesuai untuk KJT berada di daerah intertidal Pulau Bero, Pulau Tiga, Pulau Tasipi, dan Pulau Mandike. Total luas lahan secara keseluruhan sebesar 115,9 ha. Luas lahan KJT yang tersebar berada di Pulau Mandike, dengan luas area sebesar 43,01 ha. Luas lahan terbesar kedua berada di Pulau Tiga sebesar 30,21 ha, sedangkan terbesar ketiga berada di Pulau Santigi dengan luas area KJT sebesar 19,57 ha. Pulau Bero dan Pulau Tasipi memiliki lahan yang sesuai untuk KJT masing-masing sebesar 11,95 ha dan 11,16 ha.

Perbedaan luas lahan yang sesuai di tiap-tiap pulau kecil tentunya memiliki daya tampung yang berbeda pula. Semakin luas lahan yang sesuai tentu semakin besar daya tampung KJT yang dapat diusahakan. Berdasarkan luas lahan yang sesuai, jumlah unit KJT yang dapat diusahakan juga berbeda-beda di setiap pulau kecil. Di Pulau Mandike dapat menampung unit KJT sebesar 21 unit. Pulau Tiga sebesar 15 unit, Pulau Santigi 9 unit, Pulau Bero 6 unit, dan Pulau Tasipi 5 unit KJT. Total keseluruhan yang dapat diusahakan berjumlah 56 unit KJT dengan jumlah petak sebesar 224 petak yang berukuran 3x3x3 m. Meskipun perkiraan jumlah unit KJT lebih kecil dibandingkan dengan usaha budidaya lainnya di kawasan Kepulauan Tiworo, namun usaha tersebut tetap memproduksi limbah organik yang bersumber dari pakan. Besarnya konsentrasi limbah organik yang dihasilkan sangat tergantung pada limbah pakan yang masuk ke perairan dan volume air yang ada di lokasi budidaya

Jika luas perairan budidaya KJT sebesar 115,9 ha dengan rata-rata kedalaman 4 m maka volume air yang tersedia pada lokasi tersebut sebesar 4.636.000 liter. Jika mengacu pada produksi limbah pada usaha KJA, dimana setiap petak unit budidaya memproduksi limbah N sebesar 1,715 kg N pada fase juvenil dan 2,268 kg N pada fase dewasa, maka konsentrasi limbah N di perairan sebesar 0,082 mg/L N pada dimana organisme budidaya berada pada fase juvenil, dan 0,109 mg/L N pada fase dewasa atau umur panen. Jika konsentrasi N tersebut diasumsikan sebagai total amonia nitrogen (TAN) pada kondisi suhu perairan sebesar 30⁰C, dan pH sebesar 7, maka konsentrasi amonia yang tidak terionisasi (NH₃) sebesar 0,001 mg/L pada fase juvenil, sedangkan pada fase dewasa konsentrasi ion amonia juga sebesar 0,001 mg/L. Konsentrasi amonia tersebut masih dibawah baku mutu yang ditetapkan Kepmen LH tahun 2004. Hasil analisis produksi limbah organik terhadap konsentrasi amonia di perairan menunjukkan bahwa usaha jumlah unit budidaya KJT dapat dilakukan lebih banyak lagi. Hal ini menunjukkan bahwa keterbatasan lahan yang sesuai merupakan faktor pembatas dalam menentukan jumlah unit KJT yang dapat diusahakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kesesuaian lahan, luas total perairan yang dapat dikembangkan menjadi lokasi budidaya sebesar 24.104,9 ha, yang terdiri dari 17.461 ha untuk budidaya rumput laut, budidaya KJA sebesar 6.528 ha, dan 115,9 ha untuk budidaya KJT. Limbah yang

dihasilkan dari aktivitas budidaya utamanya budidaya yang menggunakan pakan (KJA dan KJT) masih dapat ditolerir oleh badan air. Estimasi limbah yang dihasilkan yang akan membentuk ion amonia sebesar 0,001 mg/L masih jauh di bawah baku mutu air (0,3 mg/L) sesuai Kepmen LH No. 51 tahun 2004.

UCAPAN TERIMA KASIH

Berdasarkan analisis kesesuaian lahan, luas total perairan yang dapat dikembangkan menjadi lokasi budidaya sebesar 24.104,9 ha, yang terdiri dari 17.461 ha untuk budidaya rumput laut, budidaya KJA sebesar 6.528 ha, dan 115,9 ha untuk budidaya KJT. Limbah yang dihasilkan dari aktivitas budidaya utamanya budidaya yang menggunakan pakan (KJA dan KJT) masih dapat ditolerir oleh badan air. Estimasi limbah yang dihasilkan yang akan membentuk ion amonia sebesar 0,001 mg/L masih jauh di bawah baku mutu air (0,3 mg/L) sesuai Kepmen LH No. 51 tahun 2004.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibrata, S., Kamal, M.M., & Yulianda, F. (2013). Daya Dukung Lingkungan untuk Budidaya Kerapu (Famili Serranidae) di Perairan Pulau Pongok Kabupaten Bangka Selatan. *Jurnal Pesisir dan Pulau Pulau Kecil*, 2, 43–58.
- Adipu, Y., Lumenta, C., Kaligis, E., Hengky, D., & Sinjal, J. (2013). Kesesuaian Lahan Budidaya Laut di Perairan Kabupaten Bolaang Moogoodow Sulawesi Utara In *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*. 1. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/JPKT>
- Ariadi, H., Wafi, A., & Madusari, B.D. (2021). *Dinamika Oksigen Terlarut (Studi Kasus Pada Budidaya Udang)*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Azwar, Z. I., Suhenda, N., & Praseno, O. (2004). Manajemen Pakan pada Usaha Budidaya Ikan di Keramba Jaring Apung. Pengembangan Budidaya Perikanan di Perairan Waduk. *Prosiding Pengembangan Budidaya Perikanan di Perairan Waduk*, 37–44.
- BAPPEDA Kabupaten Muna, B. (2017). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah*.
- Bramana, A., Damar, A., & Kurnia, R. (2014). Estimasi Daya Dukung Lingkungan Keramba Jaring Apung, di Perairan Pulau Semak Daun Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 5(2).
- Brune, D. E., Schwartz, G., Eversole, A. G., Collier, J. A., & Schwedler, T. E. (2003). Intensification of Pond Aquaculture and High Rate Photosynthetic Systems. *Aquacultural Engineering*, 28(1–2), 65–86. [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(03\)00025-6](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(03)00025-6)
- Standar Nasional Indonesia. (2010). 7579.2. Tentang Produksi Rumput Laut Kotoni (*Euclima cottoni*) Bagian 2. Metode Long Line.
- Erlania., & Radiarta, I. (2014). Management of Sustainable Seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) Aquaculture In The Context of Climate Change Mitigation. 65–72.
- Hartoko, A., & Helmi, M. (2004). Development of Digital Multilayer Ecological Model For Padang Coastal Water (West Sumatra). *Journal of Coastal Development*, 7(3), 129–136. <http://eprints.undip.ac.id/500/>
- Hernanto, A.D., Rejeki, S., & Ariyati, R.W. (2015). Pertumbuhan Budidaya Rumput Laut (*Euclima cottoni* dan *Gracilaria* sp.) dengan Metode Long Line di Perairan Pantai Bulu Jepara. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(2), 60–66.

<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/8543>

- Ketjulan, R., Imran, Z., Boer, M., & Siregar, V. P. (2019). Estimation of Water Carrying Capacity for Settlement Activities in Small Islands: A Case Study of Small Islands of North Tiworo District, Muna Sub District, Indonesia. *Nature Environment and Pollution Technology*, 18(2), 435–443.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun (2004) tentang Baku Mutu Air Laut.
- Mansur, W., Kamal, M.M., & Krisanti, M. (2013). Estimation of Organic Waste and Waters Carrying Capacity in Relation to Coral Reefs Management on Semak Daun Island Thousand Islands. *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 2(3), 141–153.
- Mudeng, J. D., Kolopita, M. E., & Rahman, A.(2015). Kondisi Lingkungan Perairan pada Lahan Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* di Desa Jayakarsa Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Budidaya Perairan Januari*, 3(1), 172–186.
- Mustaruddin. (2011). Analisis Kesesuaian Pengembangan Perikanan Pancing (Hook And Line) Dengan Karakteristik Lingkungan dan Sosial di Perairan Teluk Tiworo, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 1(2).
- Nikhilani, A., & Kusumaningrum, I. (2021). Analisa Parameter Fisika dan Kimia Perairan Tihik Tihik Kota Bontang untuk Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii*. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(2), 189–200. <https://doi.org/10.36084/jpt.v9i2.328>
- Astuti, O., Sara, L., & Safilu. (2019). Temporal Distribution Patterns of Carapace Width Size and Sex of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) in Adjacent Mangrove Waters of Tiworo Strait , Southeast Sulawesi, Indonesia. *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan*, 4, 289–298.
- Rimmer, M. A. (2010). Mariculture Development in Indonesia: Prospects and Constraints. *Indonesian Aquaculture Journal*, 5(2), 187–201.
- Sampaga, L.O.T., Andi, I.N., & Muslim, T. (2019). Kajian Ekologi dan Pengelolaan Ikan Kembung (*Rastreliger kanaguarta*) di Selat Tiworo. *Journal of Fishery Science and Innovation*, 3(2), 52–59. <https://doi.org/10.33772/jspi.v3n2>
- Santoso, A.D. (2007). Perkiraan Padat Penebaran Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) yang Optimum Berdasarkan pada Kebutuhan Oksigen Terlarut. 341–347.
- Saputra, A., & Priono B. (2006). Potensi Pengembangan Budidaya Laut di Teluk Kapontori Kabupaten Bau Bau Sulawesi Tenggara. *Media Akuakultur*, 1, 131–136.
- Suniada, K. I., & Realino B. (2014). Studi Penentuan Lokasi Untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Wilayah Perairan Teluk Saleh, Sumbawa, NTB. *Jurnal Kelautan Nasional*, 9(2), 81. <https://doi.org/10.15578/jkn.v9i2.6205>
- Yulianto, B., Ario, R., & Agung, T. (2006). *Daya Serap Rumput Laut (Gracilaria sp) Terhadap Logam Berat (Cu) Sebagai Biofilter*, 11(2).
- Yunus, A. R., Budi, S., & Salam, S. (2019). Analisis Kelayakan Lokasi Budidaya Metode Karamba Jaring Apung di Perairan Desa Pulau Harapan Sinjai. *Journal of Aquaculture and Environment*, 2(1), 1–5. <https://doi.org/10.35965/jae.v2i1.338>