

## OPTIMALISASI PENGEMBANGAN USAHA BUDI DAYA RUMPUT LAUT (*Kappaphycus alvarezii*) DI PERAIRAN TELUK KULISUSU KABUPATEN BUTON UTARA PROVINSI SULAWESI TENGGARA

### *Optimization of Seaweed Farming Development (Kappaphycus alvarezii) In The Waters of Kulisusu Bay of North Buton Regency, Southeast Sulawesi*

\*Ruzkiah Asaf, Admi Athirah dan Mudian Paena

Balai Riset Perikanan Budi daya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan  
Jalan Makmur Daeng Sitakka No. 129 Maros 90512, Sulawesi Selatan, Indonesia  
Diterima tanggal: 20 September 2019 Diterima setelah perbaikan: 22 Maret 2021  
Disetujui terbit: 25 Juni 2021

#### ABSTRAK

Pendekatan sistem untuk mengidentifikasi permasalahan dalam mengoptimalkan usaha budi daya rumput laut sangat penting dilakukan untuk meningkatkan kondisi perekonomian pembudi daya. Penelitian ini bertujuan menganalisis sistem usaha budi daya rumput laut di Perairan Teluk Kulisusu Kabupaten Buton Utara. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei dan wawancara, sebanyak 50 responden dan dilakukan di bulan Juli 2016. Model sistem dinamik yang dilakukan dibangun dan dikembangkan berdasarkan pada data-data empiris sistem teknologi budi daya yang ada, faktor-faktor ekologis perairan, faktor-faktor ekonomi dan sosial, serta faktor kelembagaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi peningkatan produksi masih dapat dilakukan dengan mengoptimalkan pemanfaatan areal seluas 6.952 ha dengan tingkat kesesuaian lahannya; sesuai sebesar 2.030 ha, cukup sesuai sebesar 3.818 ha dan tidak sesuai sebesar 1.105 ha. Optimalisasi dilakukan dengan menambah jumlah bentangan tali serta penambahan bobot bibit tebar pada setiap jalur penanaman. Hasil analisis kebutuhan, formulasi masalah, identifikasi kerangka permasalahan sistem, dapat dilaksanakan secara berkelanjutan dengan memperhatikan beberapa aspek yaitu 1) Ekologi. 2) Ekonomi. 3) Sosial budaya. 4) Teknologi dan 5) Kelembagaan. Kelima aspek dengan beberapa hal dari setiap aspek harus dioptimalkan agar pengembangan budi daya rumput laut dapat berjalan secara optimal dan kontinu. Rekomendasi dari hasil yang diperoleh sebaiknya perlu pengupayaan pelaksanaan kajian spesifik kuantifikasi nilai ekonomi total sumber daya dan optimalisasi kebijakan rumput laut.

**Kata Kunci:** analisa sistem; ekonomi; optimalisasi; pengembangan usaha; budi daya rumput laut

#### ABSTRACT

*A systems approach to identify problems in optimizing seaweed cultivation is very important to improve the economic conditions of farmers. This study aims to analyze the seaweed farming system in the waters of Kulisusu Bay, North Buton Regency. The research method used was survey and interview methods, as many as 50 respondents and was conducted in July 2016. The dynamic system model that was carried out was built and developed based on empirical data on existing cultivation technology systems, aquatic ecological factors, economic factors. and social, as well as institutional factors. The results showed that the potential for increased production could still be done by optimizing the utilization of an area of 6,952 ha with a land suitability level; in accordance with 2,030 ha, quite appropriate for 3,818 ha and not suitable for 1,105 ha. Optimization is carried out by increasing the number of rope stretches and increasing the weight of the seedlings in each planting path. The results of needs analysis, problem formulation, identification of system problem frameworks can be carried out in a sustainable manner by taking into account several aspects, namely 1) Ecology. 2) Economy. 3) Socio-culture. 4) Technology and 5) Institutional. The five aspects with several things from each aspect must be optimized so that the development of seaweed cultivation can run optimally and continuously. Recommendations from the results obtained should make efforts to carry out specific studies on the quantification of the total economic value of the resource and the optimization of seaweed policies.*

**Keywords:** system analysis; economy; optimization; business development; seaweed cultivation

## PENDAHULUAN

Makroalga atau rumput laut adalah salah satu komponen utama produksi biomassa primer dalam ekosistem laut pesisir dan memainkan peran ekologis yang penting sebagai habitat dan substrat untuk invertebrata, ikan, mamalia, dan burung (Vasquez, 1992; Graham, Vasquez, & Buschmann, 2007). Pengurangan drastis komunitas makroalga apa pun secara langsung memengaruhi keanekaragaman hayati laut, serta tingkat reproduksi, rekrutmen, dan pertumbuhan fauna laut (Vasquez & Santelices, 1984; Vasquez, 1993). Ekstrak karagenan rumput laut memiliki berbagai aplikasi mulai dari makanan hingga produk non makanan baik digunakan sebagai campuran siap pakai atau sebagai formulasi yang disesuaikan, namun demikian, perbedaan-perbedaan ini hanyalah refleksi dari sumber bahan baku dan prosedur pengolahannya. Keberadaan lebih dari 200 campuran ekstrak rumput laut di pasar sebagian besar karena variasi dalam kombinasi dan konsentrasinya, dan pada berbagai fungsi yang diinginkan (Whistler & BeMiller, 1993). Nilai Gizi yang tinggi yang dimiliki oleh rumput laut karena adanya makro dan mikronutrien penting termasuk vitamin B12, asam lemak omega-3 dan -6, selenium, yodium dan serat makanan (Morales, Valdez, Iniguez, Acosta & Gil, 2005; Rodriguez, Mawhinney, Marie & Suarez, 2011; Gil, Torres, Commendatore, Marinho, Arias, Giarratano & Casas, 2015), rumput laut juga dipelajari sebagai sumber dari beberapa senyawa bioaktif dengan manfaat pada aplikasi kesehatan potensial (Holdt & Kraan, 2011; Brown, Allsopp, Magee, Gill, Nitecki, Strain & McSorley, 2014).

Berdasarkan data sementara statistik FAO yang dikeluarkan pada Maret 2015, produksi rumput laut Indonesia jenis *Kappaphycus alvarezii* pada tahun 2013 menempati urutan pertama dunia sebanyak 8,3 juta ton. Untuk rumput laut jenis *gracilaria sp.*, pada tahun 2013 Indonesia menempati urutan kedua setelah China, dengan produksi sebesar 975 ribu ton. Dengan fakta angka di atas, menempatkan Indonesia sebagai pemimpin di pasar rumput laut dunia. Rumput laut sendiri merupakan salah satu komoditas utama perikanan budi daya, yang menjadi andalan dalam peningkatan produksi perekonomian daerah dan kesejahteraan masyarakat pesisir.

Sampai saat ini, sebagian besar hasil rumput laut di Indonesia masih diekspor dalam bentuk rumput laut kering, berdasarkan data

volume ekspor rumput laut Indonesia di negara tujuan ekspor sejak tahun 2005-2009, dan adanya permintaan untuk ekspor yang tinggi dan terus meningkat mengakibatkan ketidakseimbangan antara ekspor dengan industri pengolahan dalam negeri, sehingga perlu dilakukan impor dari beberapa negara (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2010). Di masa mendatang, rumput laut masih mempunyai prospek cerah, karena teknik produksi budi daya rumput laut relatif mudah dan murah dengan resiko gagal panen sangat rendah, produktivitas tinggi, dan panen bisa dilakukan setiap 45-60 hari sekali atau sekitar 4 kali panen dalam setahun, harga jual rumput laut yang cukup tinggi juga dapat menyerap banyak tenaga kerja dan menciptakan *multiplier effects* ekonomi yang besar dan luas (Dahuri, 2011). Produktivitas rumput laut kering di Indonesia hanya sebesar 1,14 ton/km yang merupakan angka terendah dibanding produktivitas di negara lain yang menunjukkan bahwa potensi pasar dan lahan masih cukup luas serta usaha budi daya masih rendah, negara lain bisa mencapai 4,55 ton/km di Kepulauan Solomon. Sementara itu Tanzania, India, dan Filipina mencapai masing-masing 2,35 ton/km, 1,665 ton/km dan Filipina 1,61 ton/km. (Valderrama, Cai, Hishamunda & Ridler, 2013). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa budi daya rumput laut belum berkembang dengan baik. Kesuksesan dalam pengembangan usaha budi daya rumput laut perumput laut mempertimbangkan berbagai faktor yang terumput lautibat didalamnya yaitu faktor internal dan eksternal yang melingkupi berbagai aspek yaitu ekologi, ekonomi dan sosial budaya. Aspek tersebut saling terkait dan saling berpengaruh sehingga suatu usaha dapat berjalan dengan baik. Kondisi ekologi dan sosial budaya merupakan faktor penentu keberhasilan dalam budi daya rumput laut (Nyundo, 2017).

Rumput laut di Sulawesi Tenggara merupakan komoditas unggulan perikanan yang dapat mensejahterakan masyarakat pesisir. Salah satu Kabupaten yang memiliki potensi pengembangan usaha budi daya rumput laut yaitu Kabupaten Buton Utara, namun lokasi budi daya rumput laut yang dimiliki belum dapat dikembangkan secara optimal.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi lapangan dan dengan menggunakan asumsi sebanyak 75% yang efektif membudi dayakan rumput laut dari jumlah RTP pembudi daya laut berdasarkan data Jumlah rumah tangga perikanan budi daya laut tahun 2015 di Kecamatan Bonegunu

sebanyak 277 dan Kulisusu sebanyak 344 RTP (Badan Pusat Statistik Kabupaten Buton Utara, 2016), menunjukkan bahwa pada dua Kecamatan yaitu Kecamatan Kulisusu dan Bonegunu yang menggunakan perairan Teluk Kulisusu sebagai lahan budi daya berpotensi menghasilkan produksi rumput laut sebesar 2.487,47 ton rumput laut per tahun (dengan asumsi 6 kali siklus tanam per tahun), nilai ekonomis yang didapatkan berpotensi sebesar 14 – 15 Milyar per tahun. Potensi tersebut merupakan peluang yang terbuka untuk meningkatkan produksi yang didapatkan pada tahun 2014 yaitu hanya 1.495,77 ton.

Selama periode 2012-2014, rata-rata impor rumput laut dunia mencapai 514,1 juta ton dengan rata-rata pertumbuhan per tahunnya mencapai 2,93% per tahun. Kebutuhan rumput laut dunia juga diperkirakan cenderung meningkat. Sebagai contoh selama periode 2012-2015, kebutuhan rumput laut dunia terus meningkat dengan pertumbuhan sebesar 39,6%, yaitu meningkat dari 86,4 juta ton kering pada tahun 2012 menjadi 120,6 juta ton kering pada tahun 2015 (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2013). Selama periode tersebut (2010-2014), baik dari segi nilai maupun volume ekspor, rumput laut Indonesia juga terus mengalami peningkatan dengan pertumbuhan nilai ekspor yang mencapai 14,04% per tahun. Sementara pertumbuhan volume ekspor rumput laut Indonesia mencapai 11,7% per tahun (BPS, 2015). Namun demikian, tingginya potensi rumput laut tersebut ternyata belum sepenuhnya diimbangi dengan usaha yang mampu memanfaatkan potensi tersebut sehingga memberikan manfaat ekonomi yang maksimal bagi semua *stakeholders* yang terimpak baik secara langsung maupun tidak langsung dalam industri budi daya rumput laut.

Rumput laut yang dibudi dayakan bertujuan untuk meningkatkan hasil dalam jumlah yang cukup besar dan kontinu dengan kualitas yang baik terutama untuk kebutuhan ekspor. Dengan adanya beberapa hal tersebut dan tingginya permintaan dunia akan rumput laut, maka perlu dilakukan suatu pendekatan sistem agar dapat mengoptimalkan pengembangan usaha budi daya rumput laut untuk pengembangan ekonomi pembudi daya rumput laut pada daerah yang potensial dan memiliki lahan yang belum optimal penggunaannya. Dari hal tersebut maka tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah menganalisa sistem usaha budi daya rumput laut di Perairan Teluk Kulisusu Kabupaten Buton Utara.

## METODOLOGI

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2016 dan dilakukan di Perairan Teluk Kulisusu Kabupaten Buton Utara Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi penelitian merupakan daerah yang dianggap sebagai sentra penghasil rumput laut dan dianggap dapat merepresentasikan keseluruhan kondisi usaha budi daya rumput laut di Perairan Teluk Kulisusu Kabupaten Buton Utara Provinsi Sulawesi Tenggara

### Jenis dan Metode Pengambilan Data

Data primer dan sekunder digunakan dalam penelitian ini. Data primer dikumpulkan melalui survey menggunakan kuesioner terstruktur pada responden terpilih sebanyak 50 pembudi daya rumput laut, untuk dapat menghasilkan suatu operasi sistem yang dianggap efektif (Eriyanto, 2003). Untuk mencapai tujuan, maka bagian-bagian yang saling berkaitan dalam suatu lingkungan yang kompleks sangat dibutuhkan (Handoko, 2005; Marimin, 2007; Hartrisari, 2007).

Pendekatan Sistem (*System Approach*) tersebut dilakukan dengan tahapan yaitu (a) mengenali sistem; (b) menentukan tujuan dan memahami mekanisme; (c) analisis semua faktor untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Hardjomidjojo, 2004). Untuk permasalahan interdisipliner yang dianggap kompleks, "pendekatan sistem" sangat dibutuhkan untuk mengidentifikasi komponen-komponen (subsistem) yang saling berinteraksi dalam mencapai beberapa sasaran tertentu (Soemarno, 2011). Identifikasi sistem merupakan suatu rantai hubungan antara pernyataan dari kebutuhan dengan pernyataan khusus dari masalah yang harus dipecahkan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut (Eriyatno, 2003).

Penyelesaian persoalan yang ditemukan dilapangan dilakukan dengan mengidentifikasi sejumlah kebutuhan-kebutuhan, sehingga dapat menghasilkan suatu operasi dari sistem yang dianggap efektif (Eriyanto, 2003). Pendekatan sistem yang dilakukan yaitu membuat pengkajian terhadap berbagai variabel yang memiliki pengaruh dalam permasalahan. Hal yang menjadi acuan dalam menunjukkan adanya pendekatan kesisteman untuk penyelesaian suatu permasalahan dalam penelitian yaitu: (1) melakukan pengkajian terhadap semua faktor penting yang berpengaruh dalam

rangka mendapatkan solusi dalam pencapaian tujuan, dan (2) Penggunaan model-model untuk membantu pengambilan keputusan lintas disiplin, untuk menyelesaikan secara komprehensif permasalahan yang kompleks (Eriyatno & Sofyar, 2007). Metodologi dalam pemecahan masalah dari serangkaian kebutuhan dilakukan dengan mengidentifikasi sistem. Dengan dasar tersebut dilakukan observasi dan wawancara, yang berpengaruh dalam permasalahan dalam penelitian ini.

### Metode Analisis

Metode analisis data yang dilakukan untuk mengetahui optimalisasi pengembangan usaha budi daya rumput laut dengan pendekatan berbasis sistem yaitu terdiri atas analisis kebutuhan, formulasi masalah, identifikasi kerangka permasalahan sistem melalui diagram *input-output*.

### Analisis Kebutuhan

Optimalisasi pengembangan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* melibatkan stakeholder yang memiliki kepentingan yang berbeda. *Stakeholder* yang terlibat adalah pembudi daya, investor, pengusaha, ilmuwan, dan pemerintah. Analisis kebutuhan masing-masing dari komponen tersebut adalah:

1. Pembudi daya: Dalam pelaksanaan usaha budi daya rumput laut, pembudi daya membutuhkan adanya bantuan modal sehingga dapat membeli bibit dengan kualitas yang baik sehingga dapat membuat usaha pembibitan yang optimal, sarana dan prasarana yang memadai juga sangat dibutuhkan dalam pengelolaan usaha, penyuluhan tentang upaya budi daya rumput laut yang baik dan bagaimana menanggulangi hama dan penyakit sehingga bisa menghasilkan produksi yang maksimal dengan kualitas tinggi. Disamping itu petani juga harga yang stabil sangat penting oleh para pembudi daya.
2. Pengusaha : Hasil produksi yang optimal dan berkualitas sangat penting untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal, adanya kemudahan memperoleh modal, tercapainya pemenuhan bahan baku dengan jumlah, kualitas, dan waktu yang tepat, serta kontinuitas produksi dan suplai ke pasar.

3. Investor: Jaminan pengembalian modal usaha dan kelancaran usaha sangat penting dibutuhkan oleh para investor.
4. Ilmuwan: Kerjasama yang baik sangat penting antar pengusaha, nelayan dan para ilmuwan sebagai bahan penelitian dan penyuluhan tentang metode dan teknik budi daya rumput laut yang baik serta bagaimana menanggulangi hama dan penyakit.
5. Pemerintah: Peningkatan pendapatan masyarakat (nelayan) sehingga bisa meningkatkan pendapatan daerah.

### Formulasi Masalah

Dalam formulasi masalah kebutuhan dari stakeholders diidentifikasi masalah yang kontradiktif yang berpotensi menimbulkan konflik untuk pencapaian tujuan (Hartrisari, 2007). Usaha budi daya rumput laut merupakan suatu jenis usaha yang memiliki prospek yang sangat bagus dikembangkan akan tetapi karena beberapa kendala seperti kurangnya pemodal dan tidak adanya atau kurangnya pemahaman dalam hal teknik budi daya dan penanganan penyakit, sehingga produksi rumput laut tidak pernah optimal.

Pemodelan usaha pengembangan rumput laut akan sangat membantu para stakeholder dalam mengidentifikasi komponen apa saja dalam sistem yang akan berpengaruh dalam meningkatkan produksi rumput laut serta faktor pembatasnya. Beberapa komponen yang berpengaruh adalah luas lahan serta modal.

### Identifikasi Masalah dalam Sistem

Identifikasi sistem merupakan suatu rantai hubungan antara pernyataan dari kebutuhan dengan pernyataan khusus dari masalah yang harus dipecahkan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut (Eriyatno, 2003). Menurut Manetsch & Park (1977) dalam Marganof (2007), pada umumnya terdapat 6 variabel yang mempengaruhi kinerja sistem yakni: (1) variabel *output* yang dibutuhkan; ditentukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan, (2) variabel *input* terkontrol, variabel yang dapat dikelola untuk menghasilkan perilaku sistem sesuai dengan yang diharapkan, (3) variabel *output* yang tidak dibutuhkan; merupakan hasil sampingan atau dampak yang ditimbulkan bersama-sama dengan *output* yang diharapkan, (4) variabel *input* tak terkontrol, (5) variabel *input* lingkungan; variabel yang berasal dari luar

sistem yang mempengaruhi sistem tetapi tidak dipengaruhi oleh sistem, dan (6) variabel kontrol sistem; merupakan pengendali terhadap pengoperasian sistem dalam menghasilkan *output* yang dikehendaki.

Berdasarkan pengidentifikasian, maka diambil tiga variabel yang dijadikan sebagai konstruksi utama pembentuk sistem yang dijadikan sebagai model. Ketiga variabel utama tersebut meliputi faktor internal pembudi daya, valuasi ekonomi sumberdaya rumput laut dan daya saing pembudi daya rumput laut. Ketiga variabel utama ini dianggap mampu merepresentasikan berbagai permasalahan dan kebutuhan dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya rumput laut di sumberdaya rumput laut di Perairan Teluk Kulisusu Kabupaten Buton Utara Provinsi Sulawesi Tenggara sehingga keseluruhannya perlu dianalisis untuk menunjang model yang dibentuk secara sistem sehingga keseluruhannya perlu dianalisis untuk menunjang model yang dibentuk secara sistem.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Jumlah Produksi dan Skenario Optimal Produksi Rumput Laut

Budi daya rumput laut yang pada umumnya dapat dilakukan oleh para petani/nelayan dalam pengembangannya memerlukan keterpaduan unsur-unsur sub sistem, mulai dari penyediaan input produksi, budi daya sampai ke pemasaran hasil. Rumput laut adalah komoditas unggulan di Kabupaten Buton Utara, Sulawesi Tenggara, bahkan produksi budi daya rumput laut ini terbesar diantara komoditas unggulan lainnya, namun hasil data validasi statistik perikanan budi daya Kabupaten Buton Utara 2015

menunjukkan penurunan produksi dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil data ditemukan penurunan jumlah produksi pada triwulan ke 3 dan penurunan jumlah pada triwulan ke 2 dan ke 4 yang tidak terlalu jauh penurunannya dibandingkan pada triwulan ke 3. Permasalahan yang ditemukan dari hasil wawancara terhadap pembudi daya adalah terjadi gagal panen, rumput laut tidak tumbuh dengan baik, harga jual yang cukup rendah, penurunan kegiatan budi daya dan pengaruh cuaca.

Dari hasil data BPS Kabupaten Buton Utara (2016), dapat diketahui adanya potensi pengembangan usaha budi daya rumput laut dengan nilai ekonomis yang dapat diperoleh per tahun dengan meningkatkan produksi yang lebih tinggi dari tahun 2014. Hasil penelitian survey lapangan dan dari hasil analisis SIG diperoleh data yaitu Potensi lahan budi daya rumput laut di perairan Teluk Kulisusu sebesar 6.952 ha. Dari potensi tersebut dapat dirinci berdasarkan tingkat kesesuaian lahannya, masing-masing, sesuai sebesar 2.030 ha, cukup sesuai sebesar 3.818 ha dan tidak sesuai sebesar 1.105 ha.

Dari hasil wawancara dan berdasarkan data yang ada, dapat dilihat skenario produksi optimal rumput laut di Teluk Kulisusu (Tabel 2).

Dari skenario tersebut dapat dilihat bahwa, pada tingkat petani nilai ekonomis yang dapat diperoleh berpotensi sebesar 14 – 15 Milyar per tahun. Potensi ini merupakan peluang yang terbuka untuk meningkatkan produksi yang didapatkan, namun beberapa masalah utama yang diidentifikasi dilapangan yaitu produksi rumput laut yang kurang stabil. Kendala ini dirasakan oleh pembudi daya beberapa tahun terakhir.

**Tabel 1. Data Validasi Statistik Perikanan Budidaya Kabupaten Buton Utara 2015.**

**Table 1. Data Validation Statistics of Aquaculture in North Buton Regency 2015.**

No	Komoditas/ Commodity	Triwulan I/ Quarter I	Triwulan II/ Quarter II	Triwulan III/ Quarter III	Triwulan IV/ Quarter IV
I.	Budidaya Laut/Sea Cultivation				
	*) Rumput Laut/Seaweed				
	- Luas Areal/ Area (Ha)	175.07	175.07	175.07	175.07
	- Jumlah/ Total RTP	658.00	658.00	658.00	658.00
	- Jumlah Pembudidaya/ Number of Cultivators	658.00	658.00	658.00	658.00
	- Saprodi/ Production Facilities (Bibit/Seed) (Kg)	290,421.27	290,420.55	51,984.74	222,982.38
	- Produksi/ Production (Ton Basah/ Wet Tons)	4,632.25	2,687.79	273.61	3,232.24

Sumber/Source : *isikan*.

**Tabel 2. Skenario Produksi Optimal Rumput Laut di Teluk Kulisusu.**  
**Table 2. Scenarios for Optimal Seaweed Production in Kulisusu Bay.**

Kecamatan Districts	RTP Budidaya RTP Cultivation	Σ tali bentang (rata-rata) span rope (average)	Σ produksi kering per tali bentang per siklus (rata-rata) (kg) Dry production span rope per cycle (average)	Siklus produksi optimal per tahun optimal production cycle per year	Estimasi total produksi per tahun (kg) Estimated total production per year (kg)	Estimasi 75% RTP yang Efektif Budidaya Rumput Laut Estimate 75% RTP effective seaweed cultivation	Estimasi Produksi Optimal Rumput Laut per Tahun (ton) estimated optimal seaweed production per year (ton)
Kulisusu	344	130	8	6	6240	258	1609.92
Bonegunu	277	100	7	6	4200	207.75	872.55
						Total/ Amount (ton)	2482.47
Potensi nilai ekonomi (Rp/Th)(asumsi Rp6000/kg) Potential economic value (Idr/Year) (assuming Idr6000/kg)						Rp14,894,820,000	

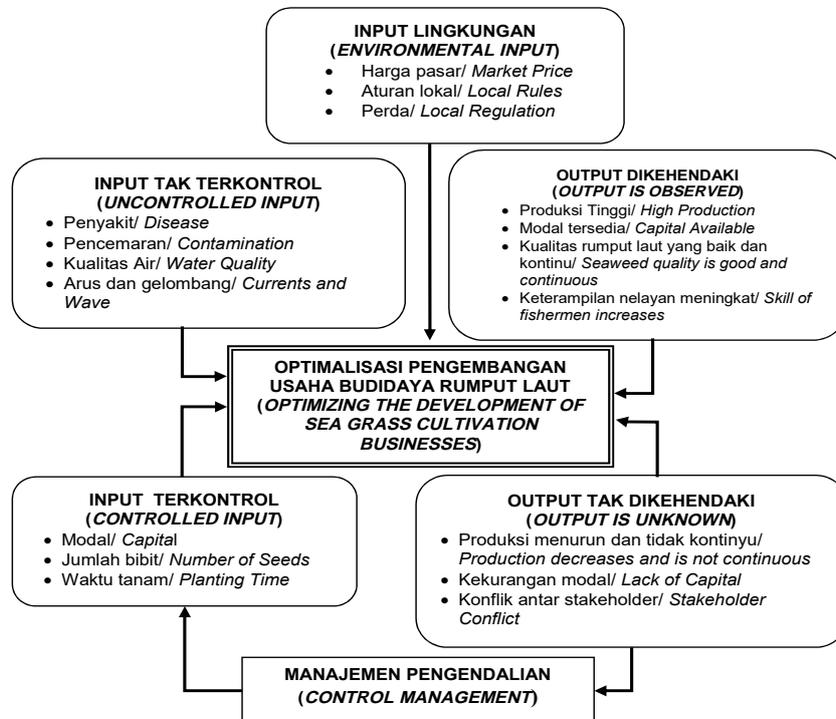
**Analisa Sistem terhadap Beberapa Faktor**

Produksi rumput laut cenderung tidak stabil yang diakibatkan oleh beberapa faktor, dari hal tersebut dilakukan identifikasi hubungan antar faktor melalui analisa sistem.

Analisa sistem dilakukan dengan membuat konsep diagram *input-output* (Gambar 1). Dalam penyusunan diagram *input-output*, jenis informasi dikategorikan kedalam tiga golongan yaitu peubah *input*, peubah *output* dan parameter-parameter yang membatasi struktur sistem. Luasnya lahan

yang tersedia dan potensial untuk budi dayarumput laut yang belum dimanfaatkan secara optimal dibuat suatu model sistem dalam mengatasi hal tersebut. Penggunaan metode yang sesuai dengan kondisi perairan penting sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan usaha budi daya. Dengan adanya tujuan dalam mengidentifikasi sistem memberikan gambaran tentang hubungan antara faktor-faktor yang saling mempengaruhi dalam suatu sistem.

Hasil identifikasi dengan melalui studi



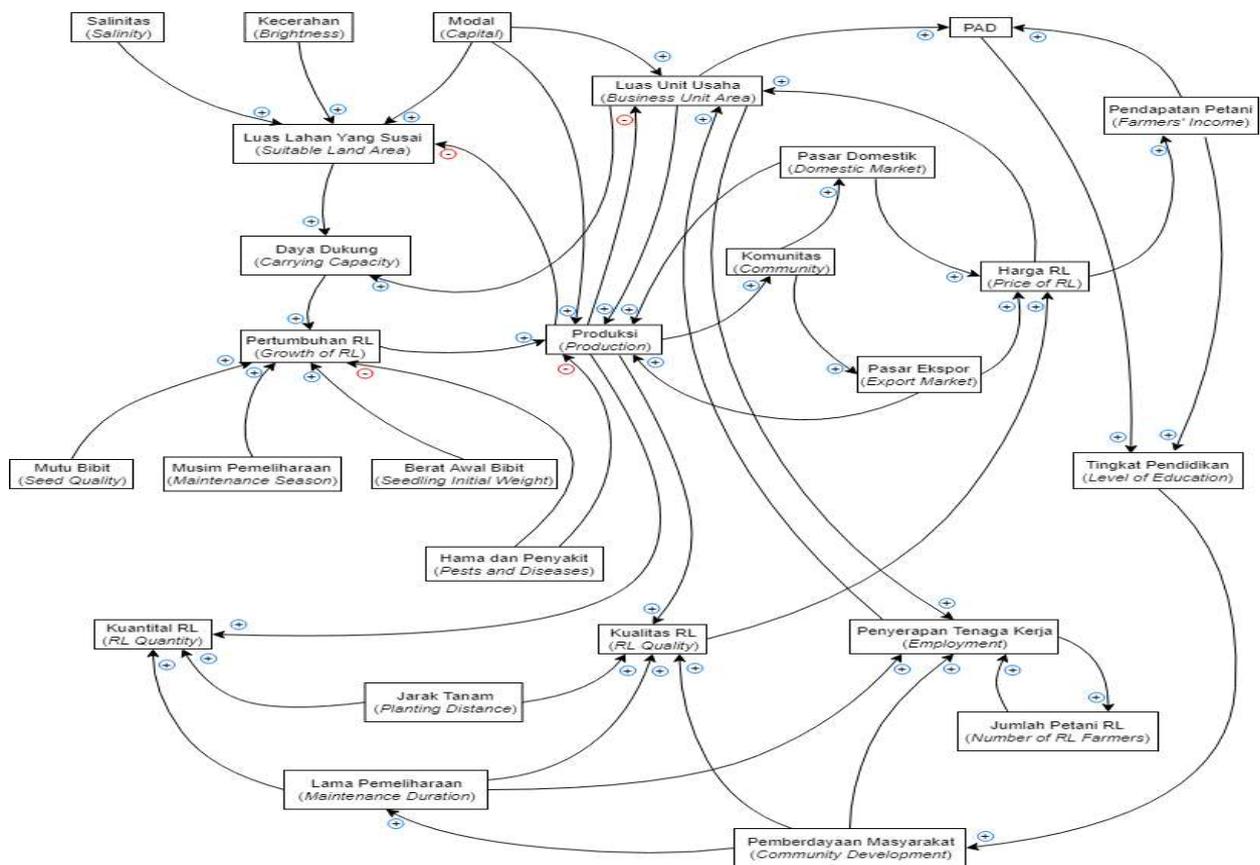
**Gambar 1. Diagram Input-Output Model Optimalisasi Pengembangan Usaha Budidaya Rumput Laut Kappaphycus Alvarezii.**

**Figure 1. Input-Output Diagram Model of Business Development Optimization Kappaphycus Alvarezii Seaweed Cultivation.**

pustaka, pemikiran dan pengalaman, serta hasil wawancara dan observasi lapangan maka beberapa hal yang bersifat aktualita dan perlu diperhatikan dalam hubungan sebab akibat, maka hubungan antara faktor digambarkan dalam bentuk diagram lingkaran sebab-akibat *causal loop*) dapat dilihat pada Gambar 2. Setiap faktor memiliki peran yang berarti, salah satu contoh faktor yaitu pada penerimaan petani berpengaruh terhadap PAD dari hasil rumput laut yang diperoleh yang berpengaruh terhadap Pendapatan Asli Daerah (PAD), kemudian dilanjutkan dengan interpretasi diagram lingkaran ke diagram *input-output* (Gambar 1) dan konsep kotak terang (*white box*). Dalam menyusun *white box*, jenis informasi dikategorikan kedalam tiga golongan yaitu peubah *input*, peubah *output* dan parameter-parameter yang membatasi struktur sistem.

Pada diagram lingkaran *causal loop* optimalisasi usaha pengembangan budi daya *Kappaphycus alvarezii* terlihat pengaruh positif dan negatif, dimana pada umumnya pengaruh positif mendominasi. Pengaruh negatif terdapat

pada komponen penyakit, dimana semakin sering rumput laut terserang penyakit, maka produksi akan semakin berkurang. Disisi lain produksi juga berpengaruh negatif terhadap lahan yang tersedia, dimana semakin meningkat produksi tentu saja lahan yang tersedia juga semakin berkurang. Komponen lainnya berpengaruh positif terhadap produksi begitu pula sebaliknya, antara lain dengan semakin meningkatnya modal maka produksi akan semakin meningkat pula. Identifikasi sistem diagram lingkaran sebab-akibat kemudian diinterpretasikan untuk membuat konsep kotak terang (*white box*) diagram *input-output*. Diagram *input-output* merepresentasikan input lingkungan, input terkontrol dan tidak terkontrol, output dikehendaki dan tidak dikehendaki, serta manajemen pengendalian (umpan balik). Sedangkan parameter rancangan sistem dipresentasikan sebagai kotak terang pada tengah diagram, yang menunjukkan terjadinya proses transformasi input menjadi output. Diagram *input-output* desain sistem pengembangan usaha budi daya *Kappaphycus alvarezii* disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Diagram Lingkaran Sebab-Akibat (Causal Loop) Optimalisasi Usaha Pengembangan Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii*.**  
**Figure 2. Causal Loop Diagram. Business Optimization Development of *Kappaphycus Alvarezii* Seaweed Cultivation.**

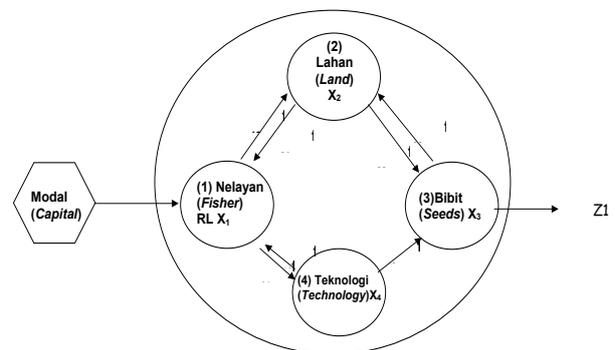
Diagram tersebut menjelaskan tentang masukan dan keluaran faktor-faktor yang mempengaruhi sistem optimalisasi usaha pengembangan budi daya rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. Tujuan yang dicapai disajikan dalam kotak *output* yang dikehendaki dan merupakan hasil representasi dari hasil analisis kebutuhan sistem. Dampak yang mungkin timbul disajikan dalam *output* yang tidak dikehendaki dan harus diminimalkan sekecil mungkin, yang dilakukan melalui sistem pengendalian input-input terkontrol.

Input tidak terkontrol yang ditemukan adalah (1) penyakit; (2) pencemaran; (3) kualitas air; (4) arus dan gelombang. Penyakit, pencemaran, kualitas air, arus dan gelombang merupakan hal yang tidak dapat dikontrol karena hal tersebut dapat terjadi dengan adanya kegiatan manusia sekitar daerah usaha budi daya, kemungkinan kualitas perairan pesisir tidak memenuhi standar untuk budi daya. Arus berpengaruh terhadap pertumbuhan karena pergerakan air dalam bentuk gelombang dan arus memegang peranan penting dalam transportasi unsur hara, menghindari adanya fluktuasi temperatur, pH, salinitas, oksigen terlarut dan lain-lain. Hal tersebut telah dikemukakan oleh Mathieson (1973), sebagian besar rumput laut menghasilkan banyak sekali spora dan mereka dapat dikalikan secara luas jika kondisi budi daya yang baik. Kondisi tersebut tergantung pada perhatian sejumlah faktor yaitu perawatan harus dilakukan dengan pemilihan habitat yang dilindungi, bebas dari polusi, dan lingkungan hidrografi yang sesuai; ganggang perlu dilindungi dari ikan pemangsa, bulu babi, dan hama serta parasit lainnya; transplantasi bibit harus dilakukan dengan sangat hati-hati dan panen dilakukan sedemikian rupa untuk menjaga produktivitas yang tinggi. Dari hal tersebut dibutuhkan pengetahuan penuh tentang biologi dan reproduksi tanaman yang merupakan prasyarat mendasar untuk budi daya rumput laut yang optimal.

Sementara input terkontrol yaitu (1) Modal; (2) Jumlah bibit; (3) Waktu tanam. Modal, jumlah bibit dan waktu tanam merupakan hal yang bisa dikendalikan dengan adanya modal yang cukup, pembudi daya akan dapat melakukan usaha dengan baik karena segala kebutuhan dalam pengelolaan akan lebih optimal, jumlah bibit dengan kualitas yang baik akan dapat diperoleh dengan adanya modal yang mendukung, waktu tanam dapat diketahui dengan melihat waktu

baik dan kurang baik, sehingga nelayan dapat mengkondisikan jumlah bibit yang akan ditanam pada saat waktu-waktu tersebut. Tingkat input produksi yang digunakan oleh pembudi daya akan mempengaruhi jumlah yang diproduksi, level produktivitas, dan dapat memberikan gambaran tentang tingkat efisiensi yang dicapai oleh pembudi daya (Ajao, 2012)

Menurut Eriyatno (2003) bahwa output yang dikehendaki merupakan respon dari sistem terhadap kebutuhan yang telah ditetapkan. Dalam studi ini, output yang dikehendaki yaitu : (1) produksi tinggi; (2) modal tersedia; (3) kualitas rumput laut yang baik dan kontinu; (4) keterampilan nelayan meningkat. Sebaliknya output yang tidak dikehendaki yaitu: (1) produksi menurun dan tidak kontinu, (2) kekurangan modal; (3) konflik antar *stakeholder*. Penyediaan biomassa rumput laut dapat diperoleh melalui budi daya (McHugh, 2002). Industri akuakultur rumput laut masih membutuhkan peningkatan teknologi dan manajemen, perubahan kelembagaan, dan kerangka kerja sosial dan lingkungan yang sesuai (Valenti 2008; Oliveira 2009; Abreu, De Mattos, Lima & Padula, 2011; Marroni & Asmus, 2013 ; Marroni & Asmus 2013). Menurut Eriyatno (2003) bahwa parameter rancangan sistem merupakan peubah keputusan penting bagi kemampuan sistem untuk menghasilkan keluaran yang dikehendaki. Dengan demikian faktor penting dalam pengambilan keputusan dalam optimalisasi pengembangan usaha budi daya rumput laut berupa produksi rumput laut yang berkualitas dan kontinu dengan didukung oleh kekuatan modal dalam pelaksanaan usaha budi daya.



**Gambar 3. Skema White Box Budidaya Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii*.**  
**Figure 3. Scheme of White Box *Kappaphycus Alvarezii* Seaweed Culture.**

Hasil dari skema white box budi daya rumput laut *Kappaphycus alvarezii* tersebut diatas selanjutnya dijelaskan pada Tabel 3 dan 4,

struktur control dan komponen yang digunakan dijelaskan sebagai bagian dari perancangan peringkat komponen untuk menghasilkan test case. Pengujian *Black Box* bukan alteranatif pengujian *White Box* sebaliknya, pendekatan *White Box* adalah pelengkap yang mungkin dilakukan untuk mengungkap kesalahan yang berbeda dari yang diungkap oleh *White Box*

**Tabel 4. Matriks Transfer Antar Komponen.**  
**Table 4. Matrix of Transfers Between Components.**

Komponen/ Component	Tranfer ke Komponen/ Transfers to Component			
	1	2	3	4
1	1	2	3	4
2	-	F <sub>12</sub>	-	F <sub>14</sub>
3	F <sub>21</sub>	-	F <sub>23</sub>	0
4	F <sub>41</sub>	-	F <sub>43</sub>	0

**Tabel 3. Keadaan Sistem pada tiap Komponen.**  
**Table 3. State of the Sistem for Each Components.**

Keadaan Sistem/ Sistem State	Komponen/Component			
	1	2	3	4
Komponen/ Component	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
Masukan/Input	a <sub>3</sub>	0	0	0
Keluaran/Output	0	0	Z <sub>1</sub>	0

**Pindahan Komponen/ Moving Component:**

Pindahan komponen pada suatu saat dapat diuraikan sebagai berikut:

$$X_1 ; \frac{\partial X_1}{\partial t} = a_3 + f_{12} + f_{14} - f_{21} - f_{41}$$

$$X_2 ; \frac{\partial X_2}{\partial t} = f_{32} + f_{12} - f_{21}$$

$$X_3 ; \frac{\partial X_3}{\partial t} = f_{23} + f_{43} - f_{32}$$

$$X_4 ; \frac{\partial X_4}{\partial t} = f_{14} - f_{43} - f_{41}$$

**Keadaan Steady State/Steady State Situation:**

Pada keadaan steady state akan terjadi keadaan setimbang yaitu pada :

$$\frac{\partial X_1}{\partial t} = \frac{\partial X_2}{\partial t} = \frac{\partial X_3}{\partial t} = \frac{\partial X_4}{\partial t}$$

**Keterangan/Remarks :**

- 1 = Komponen Sistem/System Components 1
- 2 = Komponen Sistem/System Components 2
- 3 = Komponen Sistem/System Components 3
- 4 = Komponen Sistem/System Components 4
- X<sub>1</sub> = Nelayan rumput laut/Seaweed Fisher's

X<sub>2</sub> = Lahan/Land

X<sub>3</sub> = Bibit/Seeds

X<sub>4</sub> = Teknologi/Technology

a<sub>3</sub> = Masukan pada komponen sistem 1/ Input on sistem components 1

F<sub>12</sub> = Nelayan memerlukan lahan untuk budi daya/ Fishers need land for cultivation

F<sub>21</sub> = Lahan merupakan tempat untuk usaha budi daya rumput laut/Land is a place for seaweed cultivation business

F<sub>23</sub> = Lahan membutuhkan bibit yang berkualitas/ Land requires quality seeds

F<sub>32</sub> = Bibit akan tumbuh dengan baik jika lahan layak untuk tempat tumbuh/ Seedlings will grow well if the land is suitable for growing

F<sub>41</sub> = Nelayan membutuhkan teknologi untuk melakukan usaha budi daya/ Fishers need technology to do cultivation business

F<sub>14</sub> = Metode yang tepat sesuai dengan karakter lahan/ Theright method is in accordance with the character of the land

F<sub>43</sub> = Teknologi akan berhasil jika didukung dengan bibit yang berkualitas/ Technology will succeed if supported by quality seeds

Z<sub>1</sub> = Produksi Rumput Laut yang berkualitas dan berkelanjutan/ Seaweed quality and continuous production

RL = Rumput Laut/ Seaweed

Optimalisasi pengembangan usaha budi daya rumput laut dapat dilaksanakan secara berkelanjutan, dengan memperhatikan beberapa aspek:

**Ekologi**

- a. Penyediaan bibit bermutu baik dan cukup melalui pengadaan pembibitan yang profesional baik oleh pemerintah maupun swasta
- b. Menyiasati kondisi perairan yang tidak terlindung dengan mengatur jadwal tanam.
- c. Tidak menanam rumput laut pada perairan yang tingkat kecerahannya tidak memenuhi syarat tumbuh rumput laut. Pertumbuhan rumput laut pada perairan yang keruh tidak akan maksimal sebab cahaya matahari yang dibutuhkan untuk proses fotosintesa tidak optimal.

**Ekonomi**

- a. Koperasi. Koperasi rumput laut yang didirikan beranggotakan nelayan rumput laut. Berfungsi untuk memberikan pinjaman modal kepada

nelayan rumput laut dan membeli semua produksi rumput laut dengan harga yang menguntungkan bagi nelayan rumput laut. Namun dengan syarat produksi rumput laut yang dihasilkan bermutu baik. Hal ini bisa memotong rantai pemasaran rumput laut dan sekaligus berdampak pada jual beli yang lebih adil bagi para pelaku

- b. Pembangunan dan perbaikan prasarana jalan dan transportasi agar memperlancar pendistribusian bahan-bahan kebutuhan yang berkaitan dengan kegiatan budi daya rumput laut dan pengangkutan produksi rumput laut.
- c. Pabrik pengolahan. Pemerintah ataupun swasta membangun pabrik pengolahan rumput laut di daerah tempat pengembangan usaha budi daya rumput laut. Hal ini akan menyebabkan efek ganda. Antara lain, mengurangi pengangguran, biaya transportasi untuk mengangkut produksi rumput laut ke pabrik/eksportir bisa berkurang sehingga harga yang diperoleh nelayan rumput laut bisa lebih tinggi, pemerintah daerah bisa mendapatkan nilai tambah dari pajak pertambahan nilai, kegiatan industri makanan kecil dari bahan rumput laut yang sudah diolah bisa tumbuh dan berkembang, tercipta kegiatan informal untuk menunjang keberadaan karyawan pabrik, seperti pemondokan, penjual makanan dan minuman serta kebutuhan sehari-hari yang lain. Sehingga perekonomian masyarakat bisa berkembang.
- d. Kebijakan. Pemerintah mengintervensi pasar rumput laut dengan menentukan harga dasar rumput laut, mendorong kemajuan budi daya rumput laut sehingga bisa berkontribusi lebih besar terhadap PAD, kebijakan pemberian bantuan modal atau mempermudah nelayan rumput laut mengakses sumber modal (misalnya, Bank Pembangunan Daerah) sehingga mengurangi peranan tengkulak/pongawa dan nelayan rumput laut bisa lebih mandiri dalam menjual dan mempunyai posisi tawar terhadap tengkulak dalam menentukan harga komoditasnya.

### Sosial-Budaya

- a. Sifat gotong royong diantara para nelayan tetap harus dijaga agar kesejahteraan sosial masyarakat bisa tercapai

- b. Perlu diciptakan alternatif pekerjaan selain budi daya rumput laut untuk mengurangi ketergantungan masyarakat secara langsung terhadap kegiatan budi daya rumput laut
- c. Anggota keluarga diupayakan terlibat secara aktif dalam kegiatan budi daya rumput laut agar tercipta suasana yang harmonis.

### Teknologi

- a. Perlu ketersediaan prasarana jalan yang bisa menjangkau kesemua sentra produksi rumput laut untuk mempermudah transportasi dan pemasaran.
- b. Informasi teknologi tepat guna bagi pengelolaan kegiatan budi daya rumput laut perlu disiapkan untuk mempermudah nelayan rumput laut mengaksesnya.
- c. Industri pengolahan rumput laut perlu diupayakan ketersediaannya agar nelayan rumput laut tidak lagi menjual produksinya hanya dalam bentuk rumput laut kering dan ada nilai tambah bagi Pemda.

### Kelembagaan

- a. Perlu Perda peraturan daerah yang bisa mengatur kegiatan budi daya rumput laut baik dari segi zonasi maupun pengaturan unit-unit budi daya untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya konflik kepentingan diantara *stakeholders*
- b. Kelompok tani yang sudah ada perlu diaktifkan dan diberdayakan untuk mempermudah kegiatan penyuluhan dan tukar menukar informasi tentang masalah-masalah dan kemajuan-kemajuan yang mereka alami.
- c. Koperasi khusus untuk nelayan rumput laut untuk membantu kebutuhan permodalan bagi pengembangan kegiatan budi daya rumput laut maupun kebutuhan sehari-hari nelayan rumput laut.

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI KEBIJAKAN

### Kesimpulan

Hasil identifikasi hubungan antar faktor memiliki pengaruh positif dan hanya terdapat sebagian kecil yang memiliki pengaruh negatif. Variabel yang memiliki pengaruh negatif yaitu komponen penyakit dan produksi. Semakin

sering rumput laut terserang penyakit, maka produksi akan semakin berkurang, sedangkan untuk produksi berpengaruh terhadap lahan yang tersedia dalam hal ini adalah peningkatan jumlah produksi. Peningkatan jumlah produksi dapat diperoleh dengan berdasarkan hasil penelitian dan skenario jumlah asumsi sebanyak 75% dari jumlah yang efektif membudi dayakan rumput laut, dapat diperoleh dengan pemanfaatan areal yang masih ada serta penambahan jumlah tali bentangan dan juga jumlah penambahan bobot bibit tebar per jalur bisa lebih dioptimalkan.

Optimalisasi pengembangan usaha budi daya rumput laut di Perairan Teluk Kulisusu Kabupaten Buton Utara Provinsi Sulawesi Tenggara, dapat dilaksanakan dengan mengoptimalkan pemanfaatan lahan yang masih ada dengan Potensi lahan budi daya rumput laut di perairan Teluk Kulisusu sebesar 6.952 ha. Dengan tingkat kesesuaian lahannya, masing-masing, sesuai sebesar 2.030 ha, cukup sesuai sebesar 3.818 ha dan tidak sesuai sebesar 1.105 ha, dan dapat berpotensi menghasilkan produksi rumput laut sebesar 2.487,47 ton rumput laut per tahun (dengan asumsi 6 kali siklus tanam per tahun). Pengembangan budi daya rumput laut tersebut dapat dilaksanakan secara berkelanjutan dengan memperhatikan beberapa aspek yaitu 1) ekologi. 2) ekonomi. 3) sosial budaya. 4) teknologi dan 5) kelembagaan. Kelima aspek dengan beberapa hal yang perlu diperhatikan disetiap aspek harus dioptimalkan agar pengembangan budi daya rumput laut dapat berjalan secara optimal dan kontinu.

### Rekomendasi Kebijakan

Dari permasalahan yang ditemukan dan berdasarkan hasil analisa sistem, dibutuhkan beberapa kebijakan dalam penerapan pengembangan budi daya rumput laut di Kabupaten Buton Utara, yaitu dalam hal ketersediaan teknologi, penyediaan sarana produksi, pengembangan kemampuan sumberdaya yang ada, akses pasar dan dukungan infrastruktur sehingga kegiatan budi daya rumput laut dapat memberikan dampak lebih baik terhadap nelayan di Kabupaten Buton Utara.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh pemerintah Kabupaten Buton Utara bekerja sama dengan Balai Riset Perikanan Budi daya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan dan kepada seluruh peneliti

maupun teknisi yang terlibat dalam pengumpulan data, bantuan teknis hingga selesainya seluruh rangkaian penelitian ini.

### PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Dengan ini kami menyatakan bahwa kontribusi masing-masing penulis terhadap pembuatan karya tulis adalah: Ruzkiah Asaf sebagai kontributor utama, Admi Athirah dan Mudian Paena sebagai kontributor anggota. Penulis menyatakan bahwa telah melampirkan surat pernyataan kontribusi penulis.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abreu, M., De Mattos, P., Lima, P., & Padula, A. (2011). Shrimp farming in coastal Brazil: reasons for market failure and sustainability challenges. *Ocean Coast Manag*, 54:658. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2011.06.012.
- Aguilera Morales, M., Casas Valdez, M., Carrillo Dominguez, S., Gonzalez Acosta, B., & Perez Gil, F. (2005). Chemical composition and microbiological assays of marine algae *Enteromorpha* spp. as a potential food source. *Journal of Food Composition and Analysis* 18, 79–88. Available online: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157504000122>
- Ajao, A.O., Ogunniyi, L.T., & Adepoju, A.A. (2012). Economic Efficiency of Soybean Production in Ogo-Oluwa Local Government Area of Oyo State, Nigeria. *American Journal Experiment Agr*, Vol 2(4) : 667-679. Retrieved from <http://www.sciencedomain.org>.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2015). *Statistik Ekspor Impor Indonesia 2015*.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Buton Utara. (2016). *Kabupaten Buton Utara Dalam Angka*.
- Brown, E.M., Allsopp, P.J., Magee, P.J., Gill, C.I.R., Nitecki, S., Strain, C.R., & Mc Sorley, E.M. (2014). Seaweed and human health. *Nutrition Reviews*, 72, 205–216. <https://doi.org/10.1111/nure.12091>
- Dahuri (2011). *Mengembangkan Industri Rumput Laut Secara Terpadu*. Samudra, Edisi 93 Januari 2011.
- Eriyanto. (2003). *Ilmu Sistem: Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Manajemen*. Jilid 1. IPB Press. Bogor.
- Eriyatno & Sofyar, F. (2007). *Riset Kebijakan Metode Penelitian untuk Pascasarjana*. IPB Press. Bogor.
- FAO. (2015). Cultured Aquatic Species Information Programme: *Euचेuma* spp. *Fisheries and Aquaculture Department*.
- Gil, M.N., Torres, A.I., Commendatore, M.G., Marinho, C., Arias, A., Giarratano, E., & Casas, G.N. (2015). Nutritive and xenobiotic compounds

- in the alien algae *Undaria pinnatifida* from Argentine Patagonia. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 68, 553–565.
- Graham, M.H., Vásquez, J.A., & Buschmann, A.H. (2007). Global ecology of the giant kelp *Macrocystis*: from ecotypes to ecosystems. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev.* 2007;45:39–88. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org>
- Handoko, T. Hani (2005). *Manajemen Personalia dan Sumber Daya Manusia*. BPFE. Yogyakarta
- Hardjomidjojo, H. (2004). *Konsep Sistem. Bahan Kuliah Pasca Sarjana*. Jurusan Teknologi Agroindustri, Institut Pertanian Bogor.
- Hartrisari. (2007). Sistem dinamik. Konsep sistem dan pemodelan untuk industri dan lingkungan. *SEAMEO BIOTROP*.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2010). Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2010. Jakarta: Pusat data statistik dan informasi. Retrieved from <http://statistik.kkp.go.id>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). (2013). Buku Saku: Informasi Rumput Laut. Direktorat Usaha dan Investasi Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan.
- Manetsch, P.G.W. & Park. (1977). *Sistem Analysis and Simulation with Application to Economic and Social Science*. Michigan State University.
- Marganof. (2007). *Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Marimin. (2007). *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. IPB Press. Bogor.
- Marroni, E.V., & Asmus, M.L.(2013). Historical antecedents and local governance in the process of public policies building for coastal zone of Brazil. *Coast Ocean Manag*, 76:30–37. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2013.02.011
- Mathieson, A.C. (1973) Seaweed aquaculture. *Mar.Fish. Rev*, 37(1):2–14. Retrieved from <https://books.google.co.id>
- McHugh, D.J. (2002). Prospects for seaweed production in developing countries. *FAO Fisheries Circular* No. 968 FIIU/C968
- Nyundo, M.K. (2017). Factor influencing women entrepreneurship: the case of Kibuyuni and Mkwiro seaweed farmers in the coastal region of Kenya. Master Thesis, University of Nairobi. pp 92.
- Oliveira, R.C. (2009). O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. *Revista Intertox de Toxicologia. Risco Ambiental e Sociedade*, Vol 2(1):71-89. Retrieved from <https://www.pesca.pet>
- Rodriguez, A.P, Mawhinney, T., Marie, D. & Suarez, L.E. (2011). Chemical composition of cultivated seaweed *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh. *Food Chemistry*, 129,491-498. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611006704>.
- Soemarno. (2011). *Model Pengembangan Kawasan Agribisnis Tebu. Bahan Kajian MK. Metode Perencanaan Pengembangan Wilayah*. Universitas Brawijaya, Malang. Retrieved from <http://marno.lecture.ub.ac.id>
- Valderrama, D.J.,Cai, N., Hishamunda., & N. Ridler. (2013). Social and economic dimensions of carrageenan seaweed farming. Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 580. Rome, FAO.
- Valenti, W.C. (2008). Aqüicultura Brasileira é sustentável Palestra apresentada durante o IV *Seminário Internacional de Aqüicultura, Maricultura e Pesca, Aquafair 2008*, Florianópolis, 13–15 de maio de. pp 1–11 Retrieved from [www.avesui.com/anais](http://www.avesui.com/anais).
- Vasquez, J.A.(1992). *Lessonia trabeculata*, a subtidal bottom kelp in northern Chile: a case of study for a structural and geographical comparison. In: Seeliger U, editor. *Coastal plant communities of Latin America*. San Diego Academic. pp. 77–89. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org>
- Vasquez, J.A. (1993). Natural mortality of giant kelp *Macrocystis pyrifera* affecting the fauna associated with its holdfasts. *Pac Sci*, 47:180–184. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org>.
- Vasquez, J.A., & Santelices, B.(1984). Comunidades de macroinvertebrados en discos de adhesión de *Lessonia nigrescens* en Chile central. *Rev Chil Hist Nat*, 57:131–154. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org>.
- Whistler, R. L., & J. N. Be Miller (1993). *Industrial Gums, Polysaccharides and Their Derivatives*, 3th ed. New York: Academic Press, Inc. Retrieved from <http://repository.ipb.ac.id>