

Penerbit

TOHAR MEDIA

Editor :
Nurdjanah Hamid, A Ratna Sari Dewi

KIAT AGRIBISNIS RUMPUT LAUT

Darmawati, Sutinah, Inem Ode, Bagus Dwi Hari Setyono, Suardi Laheng,
Tholibah Mujtahidah, Yenni Putri Sari, Ika Wahyuni Putri, Zaenal Abidin,
Windu Sukendar, Siti Tsaniyatul Miratis Sulthoniyah, Muh. Amri Yusuf,
An Nisa Nurul Suci, Alexander Burhani Manda, Akmal Abdullah, Virtuous Setyaka

KIAT AGRIBINIS RUMPUT LAUT

Penulis

Darmawati, Sutinah, Inem Ode, Bagus Dwi Hari Setyono, Suardi
Laheng, Tholibah Mujtahidah, Yenni Putri Sari, Ika Wahyuni Putri,
Zaenal Abidin, Windu Sukendar, Siti Tsaniyatul Miratis
Sulthoniyah, Alexander Burhani Marda, Muh. Amri Yusuf,
An Nisa Nurul Suci, Akmal Abdullah, Virtuous Setyaka

Editor

Nurdjanah Hamid
A Ratna Sari Dewi

Penerbit

TOHAR MEDIA

Kiat Agribisnis Rumput Laut

Penulis :

Darmawati, Sutinah, Inem Ode, Bagus Dwi Hari Setyono, Suardi Laheng, Tholibah Mujtahidah, Yenni Putri Sari, Ika Wahyuni, Zaenal Abidin, Windu Sukendar, Siti Tsaniyatul Miratis Sulthoniyah, Alexander Burhani Marda, Muh. Amri Yusuf, An Nisa Nurul Suci, Akmal Abdullah, Virtuous Setyaka

ISBN : 978-623-8148-16-5

Editor : Nurdjanah Hamid, A Ratna Sari Dewi

Desain Sampul dan Tata Letak

Ai Siti Khairunisa

Penerbit

CV. Tohar Media

Anggota IKAPI No. 022/SSL/2019

Redaksi :

JL. Rappocini Raya Lr 11 No 13 Makassar

JL. Hamzah dg. Tompo. Perumahan Nayla Regency Blok D No.25 Gowa
Telp. 0852-9999-3635/0852-4352-7215

Email : toharmedia@yahoo.com

Website : <https://toharmedia.co.id>

Cetakan Pertama Januari 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik termasuk memfotocopy, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit

Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002 Tentang Hak Cipta

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (Tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak **Rp. 5.000.000.000,00 (Lima Miliar Rupiah)**
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait sebagaimana dimaksud pada ayat 1, dipidana paling lama 5 (lima tahun) dan/atau denda paling banyak **Rp. 500.000.000,00 (Lima Ratus Juta Rupiah)**

Kata Pengantar

Pujian dan limpahan syukur selalu kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan bermacam nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku dengan judul “Kiat Agribisnis Rumput Laut ” dengan tepat waktu tanpa ada kendala yang berarti. Adapun tujuan dari penulisan ini adalah untuk memudahkan orang banyak mengetahui apa manfaat dari rumput laut dan pengelolaan hingga sampai ke tahap konsumsi.

Kesuksesan dalam penyusunan buku ini tentunya bukan semata atas usaha dari penulis saja. Ada banyak pihak yang turut membantu dalam tercapainya kesuksesan yang sekarang ini dapat dirasakan. Baik dari pihak yang membantu dalam bentuk dukungan moril maupun materil. Penulis buku ini pun dari berbagai universitas yang ada di Indonesia, dengan itu ada banyak pemahaman yang bisa kita ambil dari buku ini. Oleh karena itu sang penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang turut berpartisipasi dalam tercapainya kesuksesan dari buku ini.

Buku yang ada dihadapan para pembaca sekalian ini pasti memiliki sangat banyak kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Sehingga penulis banyak berharap kepada para pembaca sekalian untuk memberikan kritik dan sarannya agar buku ini dapat menjadi buku yang lebih sempurna dan lengkap.

Makassar, 14 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Depan	_i
Halaman Penerbit	_ii
Kata Pengantar	_iii
Daftar Isi	_iv
Bab 1. Karakteristik Rumput Laut	_1
1.1. Pengantar	_1
1.2. Rumput Laut Merah (Rhodophyta)	_5
1.3. Rumput Laut Coklat (Phaeophyta)	_9
1.4. Rumput Laut Hijau (Chlorophyta)	_12
1.5. Penutup	_14
Bab 2. Potensi Pengembangan Agribisnis Rumput Laut	_15
2.1. Pengantar	_15
2.2. Jenis-Jenis Rumput Laut	_17
2.3. Negara Pesaing	_23
Bab 3. Ekologi Pertumbuhan Rumput Laut	_43
3.1. Pengantar	_43
3.2. Habitat Dan Ekologi Rumput Laut	_45
3.3. Pengaruh Faktor Ekologi Terhadap Kehidupan Dan Pertumbuhan Rumput Laut	_47
3.4. Teknik Pengukuran Faktor Ekologi Lokasi Budidaya Rumput Laut	_55
3.5. Penutup	_58
Bab 4. Teknik Budidaya Rumput Laut	_61
4.1. Perkembangan Budiaya Rumput Laut	_61
4.2. Teknik Budidaya Rumput Laut	_65
4.3. Pengembangan Teknik Budidaya	_75
Bab 5. Menentukan Lokasi Bididaya Rumput Laut	_77
5.1. Pengantar	_77
5.2. Analisis Sosial, Budidaya dan Ekonomi Lokasi Budidaya Rumput Laut	_79
5.3. Analisis Sumberdaya Untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut	_83
5.4. Kesimpulan	_86

Bab 6. Pembibitan _89

- 6.1. Pengantar _89
- 6.2. Ciri Bibit Unggul _90
- 6.3. Teknik Pembibitan _92
- 6.4. Metode Produksi Bibit _94
- 6.5. Penutup _105

Bab 7. Estimasi Skala Produksi, Sarana dan Prasarana Budidaya Rumput Laut _107

- 7.1. Pengantar
- 7.2. Metode-metode Budidaya Rumput Laut _109
- 7.3. Skala Produksi Rumput Laut _113
- 7.4. Sarana dan Prasarana Budidaya Rumput Laut _113
- 7.5. Penutup _114

Bab 8. Mengendalikan Hama dan Penyakit Pada Thallus Rumput Laut _117

- 8.1. Pengantar _117
- 8.2. Jenis Hama Rumput Laut _199
- 8.3. Jenis Penyakit Rumput Laut _122
- 8.4. Kompetitor _125
- 8.5. Pengendalian Hama dan Penyakit Rumput Laut _127
- 8.6. Penutup _128

Bab 9. Budidaya Rumput Laut Terintegrasi _129

- 9.1. Pengertian dan Prinsip _129
- 9.2. Keuntungan dan Kekurangan Budidaya Rumput Terintegrasi _131
- 9.3. Rumput Laut Sebagai Komoditas Utama _135
- 9.4. Rumput Laut Sebagai Biofilter Dalam Budidaya Terintegrasi _137
- 9.5. Hal Hal Yang Perlu Diperhatikan Dalam Budidaya Rumput Laut Yang Terintegrasi _140
- 9.6. Penutup _144

Bab 10. Panen Rumput Laut _145

- 10.1. Teknik Panen _145
- 10.2. Kandungan Rumput Laut _148

Bab 11. Pengelolaan Pasca Panen	_151
11.1. Pengantar	_151
11.2. Cara Pemanenan Rumput Laut	_153
11.3. Penanganan Pasca Panen	_155
11.4. Pemanfaatan Rumput Laut	_162
11.5. Penutup	_168
Bab 12. Pengolahan dan Pengemasan Rumput Laut Siap Saji	_169
12.1. Pengantar	_169
12.2. Pengolahan dan Pengemasan Rumput Laut Siap Saji	_170
12.3. Penutup	_187
Bab 13. Analisis Kelayakan Usaha	_189
13.1. Pengantar	_189
13.2. Analisis Usaha Bibit Rumput Laut	_189
13.3. Penutup	_195
Bab 14. Memasarkan Hasil Produk Pengolahan : Sistem Pemasaran Sederhana dan Klasifikasi Pasar	_197
14.1. Pengantar	_197
14.2. Potensi Pemasaran Rumput Laut	_199
14.3. Rantai Pemasaran Rumput Laut	_200
14.4. Strategi Pemasaran Rumput Laut	_202
14.5. Penutup	_210
Bab 15. Pengembangan Agribisnis Rumput Laut	_213
15.1. Pengantar	_213
15.2. Pasar Potensial Rumput Laut	_214
15.3. Strategi Pengembangan Budidaya Rumput Laut	_216
15.4. Strategi Pengembangan Agroindustri Rumput Laut	_218
15.5. Adopsi Teknologi dan Inovasi Rumput laut	_220
15.6. Rantai Nilai dan Kelembagaan Rumput Laut	_221
15.7. Tantangan Dalam Pengembangan Rumput Laut	_226
15.8. Penutup	_227

**Bab 16. Berkoperasi dan Digitalisasi untuk Scaling Up
Agribisnis Rumput Laut _229**

16.1. Pengantar _229

16.2. Agribisnis Rumput Laut _229

16. 3. *Scaling Up* Agribisnis Rumput Laut _231

16.4. Koperasi Agribisnis Rumput Laut _233

16. 5. Digitalisasi Agribisnis Rumput Laut _236

16.6. Berkoperasi, Digitalisasi, dan Ekosistem
Agribisnis Rumput Laut _239

16.7. Penutup _240

Daftar Pustaka _242

Kiat Agribisnis Rumput Laut

Penulis

Darmawati, Sutinah, Inem Ode, Bagus Dwi Hari Setyono, Suardi
Laheng, Tholibah Mujtahidah, Yenni Putri Sari, Ika Wahyuni Putri,
Zaenal Abidin, Windu Sukendar, Siti Tsaniyatul Miratis
Sulthoniyah, Alexander Burhani Marda, Muh. Amri Yusuf,
An Nisa Nurul Suci, Akmal Abdullah, Virtuous Setyaka

Editor

Nurdjanah Hamid
A Ratna Sari Dewi

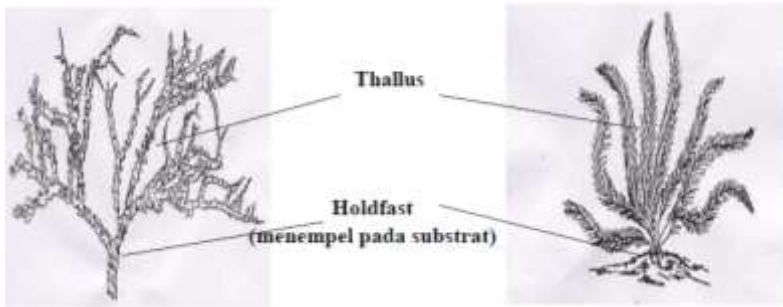
Bab 1

Karakteristik Rumput Laut

1.1 Pengantar

Rumput laut merupakan golongan makroalga atau ganggang yang termasuk dalam kelompok tumbuhan berklorofil tingkat rendah yang tidak memiliki batang, akar, maupun daun sejati. Dalam kingdom tumbuhan, rumput laut termasuk dalam divisi Thallophyta. Thallus merupakan bagian rumput laut yang memiliki peran menyerupai batang, akar dan daun dengan bentuk menyerupai percabangan. Sedangkan holdfast merupakan bagian dasar yang menempel pada substrat (Gambar 1). Pada thallus terdapat sel yang berfungsi menyerap nutrisi yang dibawa oleh arus air. Perkembangbiakan pada rumput laut yaitu secara vegetatif dan generatif. Rumput laut memiliki peranan penting dalam ekosistem perairan, habitatnya yaitu pada substrat dasar padat seperti bebatuan, kerikil, dan karang mati. Rumput laut memiliki bentuk, warna, dan ukuran yang menarik, dan ditemukan di seluruh samudra di dunia. Rumput laut terbagi menjadi tiga kelompok yaitu alga merah (rhodophyta), alga hijau (chlorophyta) dan alga coklat (phaeophyta). Klasifikasi tersebut didasarkan pada keberadaan pigmen fotosintesis, komponen struktur dinding sel, anatomi dan reproduksi. Terdapat sekitar 8000 spesies makroalga laut

yang terdapat di garis pantai dunia yang dapat hidup hingga kedalaman 270 m. Sebanyak 25 spesies alga hijau, 90 spesies alga coklat, dan 350 spesies alga merah ditemukan di kawasan garis pantai global yang penting secara komersial berdasarkan kandungan biokimianya



Gambar 1.1 Morfologi rumput laut (Afrianto and Liviawaty, 1993)

Rumput laut adalah salah satu sumber daya laut yang memiliki potensi besar untuk terus dikembangkan. Sejak 14.500 tahun yang lalu, rumput laut telah banyak diaplikasikan pada bidang pangan dan obat-obatan (Jiksing *et al.*, 2022). Di daerah Asia, rumput laut sudah menjadi bagian dari makanan tradisional. Bahkan tidak hanya digunakan dalam makanan, akan tetapi juga dimanfaatkan sebagai pakan. Berdasarkan statistik FAO, beberapa negara yaitu termasuk Korea Selatan, Cina, dan Jepang memiliki asupan rumput laut tertinggi, dengan konsumsi harian masing-masing 46, 22, dan 4 gram per kapita. Spesies yang paling sering dikonsumsi adalah alga coklat *Undaria pinnatifida* (wakame) dan *Saccharina japonica* (kombu atau konbu), bersama dengan alga merah *Porphyra sp.* (nori) (Maehre *et al.*, 2014). Menurut Zemke-White and Ohno (1999), sekitar 221 spesies rumput laut yang terdiri dari Rhodophyta 125 spesies, Phaeophyta 64 spesies dan Chlorophytes 32 spesies digunakan untuk pengembangan komersial di seluruh dunia. Diantaranya sebanyak 145 spesies digunakan sebagai makanan, 24 spesies

sebagai obat tradisional, dan hampir 25 spesies digunakan dalam bidang pertanian, termasuk pakan ternak dan kompos.

Pada abad ke-20, potensi rumput laut semakin meningkat pada industri makanan. Kandungan agar, alginat dan karagenan sangat berperan pada makanan maupun non makanan. Alginat diperoleh dari alga coklat sedangkan agar atau karagenan berasal dari alga merah. Produksi budidaya rumput laut di dunia pada tahun 2019 mencapai 34,7 juta ton dengan nilai sebesar USD 14,7 miliar. Sebesar 52,6% berasal dari rumput laut merah (Rhodophyta) yaitu dengan nilai lebih dari USD 7,1 miliar (Rawiwan *et al.*, 2022). Alga merah merupakan salah satu kelompok eukariotik tertua di dunia berdasarkan penemuan bukti fosil yang berasal dari Prakambrium sekitar 2 miliar tahun yang lalu. Rumput laut merah memiliki kandungan agar-agar, karagenan, porpiran, fulcelaran dan pigmen fikobilin (fikoertrin dan fikosianin) yang menjadi cadangan makanan karena banyaknya kandungan karbohidrat. Sedangkan rumput laut coklat (Phaeophyta) menyimpan cadangan makanan berupa laminarin, selulosa dan alginat. Pada rumput laut coklat terdapat pigmen klorofil a dan c, beta karoten, violasantin dan fukosantin, pirenoid dan lembaran fotosintesa (filakoid).

Senyawa metabolit sekunder pada rumput laut berperan dalam melindungi diri dari organisme lainnya. Metabolit aktif tersebut bersifat sebagai antibakteri dan antijamur yang efektif dalam mencegah *biofouling*. Komponen nutrisi utama yang terdapat pada rumput laut adalah sterol. Pada spesies yang berbeda memiliki jenis sterol yang berbeda. Rumput laut hijau mengandung ukokolesterol, kolesterol, dan β -sitosterol sedangkan rumput laut coklat mengandung fukosterol, kolesterol, dan brasikasterol. Alga merah memiliki desmosterol, kolesterol, sitosterol, fukosterol, dan chalinasterol. Senyawa bioaktif yang diekstraksi dari rumput laut dapat diaplikasikan dalam bidang industri (Table 1.1).

Tabel 1.1 Senyawa bioaktif dan aplikasi industri rumput laut
(Lomartire and Goncalves, 2022)

Senyawa Bioaktif	Aplikasi	Sumber
Alginat	Digunakan sebagai zat penstabil dan pengental dalam produk makanan dan obat-obatan	Rumput laut coklat (<i>Laminaria</i> sp., <i>Ascophyllum nodosum</i>)
Fucoidan	Antiproliferatif, Antimikroba dan Antivirus Antikoagulan Antidiabetes	Rumput laut coklat (<i>Undaria pinnatifida</i> , <i>Fucus</i> sp.)
Laminarin	Digunakan dalam industri makanan dan biomedis karena bersifat nutraceutical; imunostimulan, antitumor dan antioksidan.	Rumput laut coklat (<i>Laminaria</i> sp.)
Agar	Digunakan dalam produk makanan dan bidang farmasi	Rumput laut merah (<i>Gracilaria</i> sp.)
Karagenan	sebagai jeli, penstabil, pengental dan pengemulsi.	Rumput laut merah (<i>Gigartina</i> sp., <i>Chondrus</i> sp.)
Porfiran	Aktivitas antiinflamasi, antioksidan, antihiperlipidemia, dan antikanker	Rumput laut merah (<i>Porphyra</i> sp.)

Ulvan	Aktivitas imunostimulan, antitumor dan antivirus	Rumput laut hijau (<i>Ulva</i> sp.)
Florotanin	antimikroba, antioksidan, antivirus, antikanker, anti-inflamasi, sifat antidiabetes	Rumput laut coklat (<i>Ecklonia</i> sp., <i>Eisenia</i> sp., <i>Laminaria</i> sp., <i>Undaria pinnatifida</i>)

1.2 Rumput Laut Merah (Rhodophyta)

Rumput laut merah merupakan jenis alga tertua yang terdapat di lingkungan air tawar dan laut. Sekitar 98% spesiesnya adalah air laut dan 2% adalah air tawar. Sejauh ini, telah teridentifikasi sebanyak 6500 spesies rumput laut merah. Dinding sel rumput laut merah terdiri dari fibril dan matriks hidrokoloid. Matriks hidrokoloid dinding sel dalam rumput laut merah dibentuk oleh polisakarida sulfat yang diklasifikasikan dalam dua kelompok yaitu agar dan karagenan. Kandungan protein berupa phycobiliprotein berperan dalam pewarnaannya yang khas sehingga dapat digunakan sebagai pewarna alami dalam industri makanan. Rumput laut merah mengandung pigmen fikoeretin dan fikosianin yang berperan dalam menimbulkan warna merah. Bentuknya berupa silinder mulai dari ukuran kecil hingga sedang. Rumput laut ini ditemukan pada daerah intertidal hingga terumbu karang yang terdapat jenis rumput laut lainnya.

Budidaya rumput laut merah dilakukan di daerah lepas pantai, khususnya di sepanjang garis pantai. Rumput laut merah ditemukan hingga kedalaman 40 m pada garis pasang surut terendah. Di Asia, rumput laut sudah menjadi makanan yang banyak dikonsumsi, salah satunya yaitu *Phorphyra* atau atau yang biasa disebut dengan Nori, biasanya digunakan sebagai

pembungkus sushi dan bahan campuran dalam sup. Sedangkan Gracilaria dan Kappaphycus/ Eucheuma biasanya dikonsumsi sebagai salad dan acar. Tidak hanya dikonsumsi langsung, beberapa spesies lainnya digunakan dalam produksi karagenan (Kappaphycus/ Eucheuma) dan agar-agar (Gracilaria dan Gelidium) (Cai *et al.*, 2021). Tingginya kandungan protein pada rumput laut merah mencapai 47% sehingga dapat digunakan sebagai salah satu sumber protein dengan nilai asam amino esensial yang tinggi (Ito and Hori, 1989). Kandungan protein pada rumput laut merah lebih tinggi dibandingkan dengan rumput laut hijau dan coklat.

Reproduksi seksual meliputi pengembangan filamen betina yang disebut cabang karpogonial. Dengan adanya trychogone, gamet betina (karpogonium) akan mudah dikenali. Selain itu, juga berperan dalam menerima gamet jantan (spermatium). Setelah proses pembuahan, nukleus zigotik berkembang secara langsung maupun tidak langsung menjadi fase diploid, yaitu karposporofit yang tumbuh secara parasit pada gametofit betina. Selama perkembangan langsung, karpogonium yang telah dibuahi matang menjadi karposporofit biasanya terdiri dari filamen gonimoblastik (sel diploid vegetatif) dan karposporangia (sel diploid reproduksi). Karposporangia dewasa melepaskan karpospora diploid ke dalam kolom air. Pada beberapa kelompok, perkembangan tidak langsung, nukleus zigotik mengalami pembelahan inti yang selanjutnya dipindahkan ke sel khusus lainnya yang berkembang menjadi karposporofit. Susunan, morfologi dan jumlah sel yang membentuk cabang karpogonial, serta bentuk, asal, dan lokasi sel tambahan merupakan ciri utama taksonomi alga merah. Pada beberapa alga merah, tahap diploid pertama yang sepenuhnya matang disebut karposporiofit.

Secara umum, reproduksi vegetatif terjadi pada alga merah. Adanya fragmentasi thallus dianggap sebagai jenis reproduksi vegetatif yang paling signifikan pada alga merah karena biomassa hanyut yang sangat besar dapat diamati, berkali-kali terakumulasi dan menumpuk di daerah pantai. Hal ini terjadi pada beberapa spesies yaitu *Hypnea cervicornis*, *Spyridia hypneoides* dan *Acanthophora spicifera*. Terdapat beberapa spesies yang menghasilkan propagul seperti spora dari bisporangia misalnya *Caloglossa apomeiotica*, monospora dari monosporangia misalnya *Monosporus sp.*, Ceramiaceae, dan cabang kecil yang rapuh yang dirancang untuk pecah, menyebar dan berkembang menjadi tanaman baru misalnya cabang berbentuk bintang dari *Hypnea cornuta*. Pertumbuhan dan fragmentasi vegetatif merupakan model utama reproduksi pada banyak spesies rumput laut merah seperti *Gracilaria salicornia* dan *Hypnea musciformis* di Hawaii.



Gambar 1.2 *Gracilaria* sp. (Agustang, Mulyani and Indrawati, 2021)

Salah satu golongan alga merah yaitu *Gracilaria* sp. yang mencapai hingga 300 spesies. Ciri-cirinya yaitu memiliki permukaan yang halus atau berbintil-bintil dan thallus

berbentuk silindris. Tingkat pertumbuhannya mencapai 20% perharinya dengan tingkat produksi 7-13% lebih cepat dibandingkan dengan yang lainnya. *Gracilaria* sp. tidak dapat dibedakan antara batang, akar dan daunnya. Salah satu faktor yang berperan besar dalam pertumbuhannya yaitu dinamika atau pergerakan air serta jenis substratnya. Jenis rumput laut ini sangat bermanfaat bagi Kesehatan karena kandungan seratnya yang tinggi. *Gracilaria* sp. merupakan salah satu penghasil agar-agar terbesar di Indonesia (Gambar 1.2).

1.2.1 Agar

Agar atau agar-agar berasal dari Bahasa Melayu yang berarti “jeli rumput laut”. Agar mengandung fikokoloid yang dimurnikan dan menghasilkan produk berupa bubuk berwarna putih. Agar telah banyak diaplikasikan, terutama sebagai bahan makanan. Melalui proses fraksinasi agar dapat menghasilkan dua komponen yang berbeda yaitu agarosa dan agaropektin. Agarosa merupakan molekul pembentuk gel berupa molekul netral sedangkan agaropektin lebih kompleks dan mengandung gugus sulfat. Pada spesies yang berbeda, persentase agarose dan agaropektin juga berbeda. Semakin tinggi persentase agarosa maka kekuatan gel akan semakin tinggi. Salah satu peran agar yang paling penting saat ini yaitu dalam bidang bioteknologi, biologi molekuler dan biomedis. Gel agar merupakan agen pematat utama dalam pelat kultur mikrobiologi, misalnya bakteri, virus dan jamur yang digunakan dalam proses elektroforesis pemisahan DNA. Titik pembentuk gel agar bervariasi antara 35 dan 50 °C dan titik lelehnya berkisar antara 80 dan 100 °C.

1.2.2 Karagenan

Karagenan merupakan produk hasil rumput laut merah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan aditif. Secara umum, terdapat tiga jenis karagenan yaitu kappa (κ), iota (ι), dan lambda (λ) karagenan. Tipe kappa memiliki galaktosa yang

diesterifikasi dengan sulfat pada posisi 4, tipe kappa dan iota mengandung residu 3,6-anhydro-D-galaktosa dengan jumlah yang signifikan. Sedangkan tipe lambda jumlahnya lebih kecil hingga tidak ada sama sekali. Karagenan banyak diaplikasikan pada industri susu sebagai pengental dan penstabil produk-produk seperti yogurt, krim kental dan krim kocok, cokelat, es krim, dan lain-lain. Dalam industri farmasi, karagenan digunakan sebagai pengemulsi (emulsi minyak hati). Pada industri kosmetika digunakan sebagai pelarut, suspensi dan stabilizer selain itu, karagenan juga digunakan dalam industri tekstil, kertas dan kulit. Beberapa rumput laut merah yang menghasilkan karagenan adalah *Laurencia papillosa*, *Chondrococcus hornemannii*, *Sarconema filiforme*, *Halymenia venusta*, dan *Endocladia*, *Gelidium* tertentu, *Gymnogongrus*, *Rhodoglossum*, *Rissoella*, *Yatabella species* dan rumput laut merah lainnya.

1.3 Rumput Laut Coklat (Phaeophyta)

Alga coklat terdiri dari sekitar 2.040 spesies dan 265 genus. Sekitar 95% spesies tersebut ditemukan pada perairan dingin hingga sedang. Rumput laut coklat mengandung pigmen fukosantin dan tanin yang berperan dalam menimbulkan warna coklat kehijauan yang khas seperti namanya. Pada rumput laut coklat terdapat senyawa fenolik yang bersifat sebagai antioksidan. Selain itu, juga mengandung karotenoid, fukoidan, laminarin, alginat dan florotanin. Semua spesies pada rumput laut coklat bersifat multiseluler, dimana dinding selnya terdiri dari alginat, fukoidan (fucan) dan selulosa yang dilalui oleh plasmodesmata (kontinuitas sitoplasma dipertahankan melalui pembelahan sel). Rumput laut coklat memiliki ukuran bervariasi dari filamen mikroskopis bercabang dengan diameter kurang dari satu mm hingga thalli berdaging makroskopik besar yang panjangnya lebih dari 50 m. Bentuknya menyerupai benang atau lembaran, ada juga yang mirip tumbuhan tingkat tinggi yang terdapat daun, akar, dan batang (Kawai and Henry, 2017).

Terdapat tiga ordo utama yang ditemukan di seluruh dunia dari rumput laut coklat yaitu fukal, dictyotales, dan laminariales. Ketiga ordo tersebut banyak digunakan sebagai senyawa bioaktif. Lebih dari 1140 metabolit sekunder telah dilaporkan ditemukan pada rumput laut coklat. Spesies yang berbeda dari kelompok dictyotales menghasilkan berbagai macam metabolit sekunder bioaktif dengan aksi pertahanan yang luas terhadap herbivora di lingkungan laut. Di antara ketiga kelompok alga laut, rumput laut coklat memiliki sumber polisakarida yang sangat besar yaitu alginat dan fukoidan, yang memiliki aktivitas biologis yang baik sebagai anti kanker, antivirus, anti inflamasi, dan anti proliferasi. Sifat antioksidan rumput laut coklat lebih tinggi dibandingkan rumput laut merah dan hijau (Hakim and Patel, 2020).

Di India, alga coklat terdapat sebanyak 0,2%, alga merah 27,0%, dan sisanya 72,8%. Sekitar 206 alga dilaporkan di lingkungan bakau. Hewan laut menjadikan vegetasi alga sebagai habitat, makanan dan tempat berlindung. Holdfast pada rumput laut mengikat sedimen sehingga dapat mencegah terjadinya erosi pantai. Mereka bertindak sebagai fauna epifit. Rumput laut coklat sangat melimpah pada daerah pantai berbatu yang dangkal, terutama pada saat air sedang surut. Rumput laut coklat tumbuh pada kedalaman sekitar 0,5-10 m yang terdapat ombak dan arus. Rumput laut coklat dapat tumbuh subur pada daerah tropis yang merupakan daerah periaran yang jernih dengan substrat batu karang. Sekitar kurang dari 1% rumput laut coklat terdapat pada habitat air tawar. Genus *Pleurocladia* dan *Heribaudiella* merupakan alga coklat yang dikenal dari habitat air tawar sekitar kurang lebih 100 tahun yang lalu. Sekitar 60 tahun yang lalu telah ditemukan bahwa spesies rumput laut coklat yang berbeda menunjukkan pola geografis yang berbeda. Menurut peraturan Eropa dari sejumlah besar spesies alga rumput laut coklat, terdapat sekitar 23 spesies yang diizinkan untuk diaplikasikan pada makanan (Tabel 1.2).

Tabel 1.2 Daftar spesies ganggang coklat untuk aplikasi makanan manusia di Eropa (André *et al.*, 2021).

Spesies Rumput Laut Coklat

Ascophyllum nodosum

Alaria esculenta

Sepeda Eisenia

Fucus vesiculosus

Fucus serratus

Fucus spiralis

Himanthalia elongata

Laminaria digitata

Sacharina japonica

Sakarina latissima

Saccharina longicuris

Sargassum fusiforme

Undaria pinnatifida

1.3.1 Alginat

Senyawa alginat adalah suatu polimer panjang yang disusun oleh monomerik yaitu β -D-mannuronic acid dan α -L-guluronic acid. Alginat merupakan polisakarida utama pada rumput laut coklat yang mencapai hingga 16,9% pada *S. vulgare*, 20% pada *S. longicuris*, 24% pada *A. nodosum*, 32% pada *Sargassum carpophyllum*, 40% pada *Laminaria hyperborean*, 41% pada *Sargassum siliquosum* dan bahkan hingga 59% pada *F. vesiculosus*. Kandungan alginat pada rumput laut coklat yang tumbuh di aliran turbulen lebih besar dibandingkan yang

tumbuh pada perairan tenang. Polisakarida yang terdapat pada dinding sel berperan dalam fleksibilitas rumput laut.

Penggunaan alginat sangat luas khususnya dalam bidang industri. Alginat paling banyak digunakan dalam industri makanan dibanding dengan industri lainnya. Pada industri kosmetik digunakan pada pembuatan shampoo, sabun, lotion dan cream. Dalam industri farmasi digunakan pada pembuatan stabilizer, suspensi, tablet, kapsul, salep, plaster dan filter. Pemanfaatan alginat didasarkan pada kemampuannya membentuk gel, apabila dilarutkan dalam air dapat menaikkan viskositas laurtan (Ode and Wasahua, 2014).

1.4 Rumput Laut Hijau (Chlorophyta)

Rumput laut hijau memiliki thalli berwarna hijau tua, hijau muda, hijau transparan hingga hijau kehitaman dan hijau kekuningan. Thalli berbentuk batangan, lembaran, bulat berlubang dan bulat gepeng yang memiliki sifat lunak dan keras. Rumput laut hijau mengandung pigmen klorofil b yang berperan dalam menimbulkan warna hijau. Jenis rumput laut ini ditemukan pada kedalaman 10 m atau lebih pada daerah yang dengan sinar yang cukup. Habitat rumput laut ini yaitu pada substrat seperti batu, cangkang moluska, batu karang mati, dan dapat tumbuh di atas pasir. Rumput laut hijau banyak digunakan sebagai obat dan sebagai bahan makanan. Beberapa jenis rumput laut hijau yang ditemukan di Indonesia berasal dari marga *Acetabularia*, *Codium*, *Cladhopora*, *Chaetomorpha* dan *Boodlea*.

Rumput laut hijau terdiri dari 36% karbohidrat, 11% protein, dan 53% kadar abu dan kaya akan mineral. Selain berfungsi sebagai bahan baku dalam produksi biofuel, rumput laut hijau juga merupakan sumber bahan kimia bernilai tinggi, seperti asam lemak tak jenuh ganda, karotenoid, dan polisakarida yang paling penting. Rumput laut hijau adalah sumber biomaterial yang murah dan penting. Ulvan merupakan salah satu polisakarida sulfat yang dapat diekstraksi dari rumput

laut hijau. Ulvan banyak diaplikasikan pada makanan, farmasi, pertanian, dan medis karena sifat fisikokimia dan aktivitas biologisnya yang bervariasi. Rumput laut jenis ini mudah ditemukan di daerah pesisir di seluruh dunia. Beberapa spesies rumput laut hijau dari Genus *Ulva* (Filum Chlorophyta, Kelas Ulvophyceae, Ordo Ulvales, Famili Ulvaceae) memiliki tingkat pertumbuhan dan produktivitas yang tinggi. (Lakshmi *et al.*, 2020). Beberapa jenis rumput laut hijau telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang kehidupan (Tabel 1.3).

Tabel 1.3 Produk rumput laut hijau dan aplikasinya (Lakshmi *et al.*, 2020)

Jenis Rumput Laut Hijau	Produk	Aplikasi
<i>Ulva lactuca</i>	Aseton, butanol, etanol, 1,2-propanadiol, dan asam organik	Kemungkinan menggunakan rumput laut kaya rhamnosa sebagai bahan baku untuk produksi 1,2-propanediol
<i>Ulva lactuca</i>	Butanol	Biofuel
<i>Ulva sp.</i>	Bio-hidrogen	Bioenergi
<i>Ulva lactuca</i>	Biodiesel	Biofuel
<i>Ulva fasciata</i>	Biodiesel	Biofuel
<i>Ulva sp. bercampur dengan kotoran sapi</i>	Biogas dan pupuk hayati	Pupuk organik untuk pertumbuhan kacang hijau Biogas sebagai biofuel
<i>Ulva lactuca</i>	Biogas, getah, ulvan, dan protein	Biofuel bahan kimia bernilai tinggi
<i>Ulva fasciata</i>	Bahan padat kering	Menghilangkan tembaga dari larutan
<i>Cladophora sericioides</i>	Bentuk komposit yang dimodifikasi	Menghilangkan tembaga dari larutan
<i>Ulva lactuca</i>	Karbon aktif	Penghapusan ion kromium heksavalen beracun dari

		larutan berair, air garam, dan air limbah
<i>Ulva lactuca</i>	Biochar	Remediasi Remazol Brilliant Orange 3R dalam kolom tetap aliran atas
<i>Cladophora glomerata, Ulva intestinalis dan Microspora amoena</i>	Bahan padat kering	Penghapusan kromium Cr(VI) heksavalen dari larutan berair
<i>Ulva lactuca</i>	Getah, lipid, ulvan, dan protein	Aplikasi dalam makanan, kosmetik, terapi, dan biofuel
<i>Ulva lactuca</i>	Nanokristal selulosa	Peningkatan sifat mekanik bahan polimer untuk kemasan makanan
<i>Cladophora rupestris</i>	Nanokristal selulosa	Peningkatan kekuatan mekanik film berbasis pati

1.5 Penutup

Rumput laut tidak memiliki batang, akar dan daun sejati dan biasanya diklasifikasikan sebagai rumput laut hijau (Chlorophyta), rumput laut merah (Rhodophyta) dan rumput laut coklat (Phaeophyta) berdasarkan pigmennya. Rumput laut toleran terhadap salinitas dan habitatnya berupa batu, pasir, dan zat keras lainnya di wilayah pesisir. Sekitar 8000 spesies makroalga laut yang ditemukan di garis pantai dunia yang dapat hidup hingga kedalaman 270 m. Diitemukan sebanyak 25 spesies merupakan alga hijau, 90 spesies alga coklat, dan 350 spesies alga merah. Rumput laut memiliki banyak kandungan senyawa bioaktif yang berperan penting dalam aplikasinya dibidang industri.

Potensi Pengembangan Agribisnis Rumput Laut

2.1 Pengantar

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia terdiri dari gugusan pulau-pulau sebanyak 17.508 dengan luas perairan laut Indonesia diperkirakan sebesar 5,8 juta km² dan panjang garis pantai 95.181 km, keadaan yang demikian menyebabkan Indonesia banyak memiliki potensi yang cukup besar di bidang perikanan, mulai dari prospek pasar baik dalam negeri maupun internasional.

Subsektor perikanan merupakan salah satu subsektor pembangunan yang memiliki peranan yang cukup strategis dalam perekonomian nasional, bahkan subsektor ini merupakan salah satu subsektor penerimaan devisa negara yang penting. Pembangunan perikanan sebagai bagian dari pembangunan nasional, diarahkan untuk mendukung tercapainya tujuan dan cita-cita luhur bangsa Indonesia dalam mewujudkan masyarakat adil dan makmur. Harapan untuk menjadikan subsektor ini sebagai pendukung dalam pencapaian tujuan tersebut didasarkan pada potensi perikanan laut yang dimiliki (Soumena, 2012).

Rumput laut atau alga (*seaweed*) menempati posisi penting dalam produksi perikanan Indonesia, khususnya usaha perikanan non-ikan. Rumput laut merupakan salah satu

komoditas unggulan dalam sektor perikanan, karena permintaan yang terus meningkat baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun untuk ekspor. Kebutuhan rumput laut diperkirakan terus meningkat, seiring dengan meningkatnya kebutuhan untuk konsumsi langsung maupun industri (makanan, farmasi, kosmetik, dan lain-lain) (Syamsuddin, 2018).

Rumput laut merupakan salah satu komoditas unggulan di Sulawesi Selatan dan Indonesia. Perkembangan produksi rumput laut di Sulawesi Selatan menunjukkan besarnya potensi untuk menjadikan komoditas rumput laut sebagai produk yang akan mendorong percepatan pembangunan di daerah. Keberhasilan produksi rumput laut di Sulawesi Selatan disebabkan oleh adanya potensi budidaya laut. Yang didukung dengan panjang garis pantai 1937 Km dan luas lahan budidaya laut sebesar 10.393 Ha. (Sutinah, 2012) Provinsi Sulawesi Selatan merupakan produsen terbesar rumput laut di Indonesia dan merupakan pusat pemasaran rumput laut di Kawasan Timur Indonesia. (Sutinah, 2020).

Pengembangan rumput laut, beberapa hal menjadi pertimbangan utama di antaranya adalah peluang ekspor terbuka luas, harga relatif stabil, belum ada kuota perdagangan bagi rumput laut; teknologi pembudidayaannya sederhana, sehingga mudah dikuasai, siklus pembudidayaannya relatif singkat, sehingga cepat memberikan keuntungan; kebutuhan modal relatif kecil; merupakan komoditas yang tak tergantikan, karena tidak ada produk sintetisnya; usaha pembudidayaan rumput laut tergolong usaha yang padat karya, sehingga mampu menyerap tenaga kerja (Sulaeman, 2016). Dengan berbagai keunggulan dan manfaat tersebut maka dengan potensi lahan budidaya yang masih cukup luas tersebut pengembangan budidaya rumput laut masih terbuka lebar.

2.2 . Jenis – Jenis Rumput Laut

Rumput laut memiliki bentuk thallus bermacam-macam anantara, antara lain bulat seperti tabung, Pipih, gepeng, bulat seperti kantong dan rambut. Thalli ini ada yang tersusun uni selluler (satu sel) atau multi selluler (banyak sel). Percabangan thallus ada yang dichthomous (bercang dua terus menerus), pectinate (berderet searah pada satu sisi thallus utama), pinnate (bercabang dua-dua pada sepanjang thallus utama secara berselang seling). Sifat substansi thalli juga beraneka ragam, perbedaan-perbedaan struktur anatomi thalli untuk setiap jenis rumput laut berbeda-beda. Dalam thallus rumput laut terdapat pigmen yang dapat digunakan dalam membedakan berbagai kelas, perbedaan warna thalli menimbulkan adanya ciri alga yang berbeda (BBLA, 2008).

Rumput laut (Seaweed) merupakan komoditi yang sangat penting. Hal ini terlihat dari berbagai produk yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari yang menggunakan rumput laut sebagai bahan bakunya. Rumput laut merupakan produk serbaguna yang dapat digunakan langsung untuk dikonsumsi atau diolah menjadi makanan tambahan, makanan ternak, pupuk, biofuel, kosmetik, obatobatan dan sebagainya. Berkembangnya teknologi telah mendorong penggunaan produk ini menjadi lebih luas sehingga mendorong permintaan dan produksi di berbagai negara (Valderrama, et. Al, 2013).

Indonesia memiliki beragam jenis rumput laut, tetapi hanya beberapa rumput laut yang sering di budidayakan dan yang bernilai ekonomis tinggi, di antaranya :

- a. *Eucheuma cottonii* merupakan jenis rumput laut yang paling banyak dibudidayakan di wilayah perairan Indonesia. Perkembangan budidayanya cukup menggembirakan. Hal ini tidak terlepas dari mudahnya membudidayakan rumput laut jenis ini dan permintaan pasar yang sangat tinggi. Sentra wilayah budidaya rumput laut jenis ini terdapat di

Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur, Bali, Jawa Timur, Sulawesi Tenggara dan Nusa Tenggara Barat. *Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut penghasil karaginan yang sebagian besar hasilnya digunakan untuk bahan baku industri. Rumput laut *Eucheuma cottonii* dibudidayakan untuk memenuhi permintaan pasar ekspor yang digunakan untuk industri kosmetik atau farmasi.

Eucheuma cottonii memiliki ciri-ciri umum yaitu *thalli* (kerangka tubuh tanaman) bulat silindris atau gepeng, memiliki warna (merah, merah-coklat, hijau-kuning), bercabang berselang tidak teratur (*trikhotomous*), memiliki benjolan-benjolan dan duri-duri, lunak seperti tulang rawan (*kartilagenus*). Kebanyakan tumbuh di daerah pasang surut atau daerah yang selalu terendam air, melekat pada substrat di dasar perairan yang berupa karang batu mati, karang batu hidup, batu gamping, atau cangkang moluska.



Gambar 2.2 *Eucheuma Cottonii*

- b. Jenis rumput laut yang banyak petani tambak budidayakan adalah *Gracilaria sp.* Jenis ini mempunyai Thallus berwarna merah ungu dan kadang-kadang berwarna kelabu dengan percabangan alternate, perulangan lateral berbentuk silindris, meruncing di ujung dan mencapai tinggi 1-3 cm serta berdiameter antara 0,5 -2,0 mm. Rumput laut *Gracilaria sp* dapat tumbuh baik di perairan payau. *Gracilaria sp* adalah jenis rumput laut yang bersifat agarofit yaitu jenis rumput laut penghasil agar-agar. Perkembangan budidaya rumput laut jenis ini tidak sepesat jenis *Eucheuma cottonii*. Sentra produksi *Gracilaria sp* terletak di Sulawesi Selatan, Jawa Timur dan Nusa Tenggara Timur.



Gambar 2.2 *Gracilaria sp*

- c. *Gelidium sp* biasa di sebut rumput laut merah, warna merah pada rumput laut ini disebabkan oleh pigmen fikokeritrin. *Gelidium sp* memiliki panjang kurang lebih 20 cm dan lebar 1,5 mm. Thallusnya berwarna merah, coklat, hijau-coklat atau pirang. Organ reproduksinya berukuran makroskopis. Rumput laut jenis ini memiliki warna yang bervariasi, hal ini terkait fungsi cahaya matahari bagi tumbuhan rumput laut di mana ada besar kecilnya intensitas cahaya berpengaruh

terhadap warna. Di Indonesia *Gelidium* sp memiliki 8 jenis. Adapun sentra budidaya rumput laut *Gelidium* sp. terdapat di pesisir Kepulauan Seribu, Kepulauan Riau, Lombok, Sulawesi, Maluku dan Papua. Berbagai jenis *Gelidium* sp. di Indonesia dimanfaatkan sebagai bahan baku pabrik agar-agar dalam negeri dan sebagai komoditas ekspor. Kandungan agar-agarnya berkisar antara 12-48%, tergantung jenisnya.



Gambar 2.2 *Gelidium* sp

- d. Rumput laut jenis *Ulva Lactuca* sp. atau selada laut (*sea lettuce*) adalah rumput laut yang tergolong dalam divisi Chlorophyta (rumput laut hijau). Termasuk dalam divisi Chlorophyta karena sel-sel mengandung banyak mengandung klorofil sehingga memberikan warna hijau pada rumput laut ini. Habitatnya adalah di air laut dan morfologinya berupa thallus tipis dan gepeng seperti pedang yang terdiri atas 2 lapis sel. Tidak ada perbedaan jaringan dan seluruh sel memiliki bentuk yang kurang lebih identik, kecuali pada sel-sel basal yang mengalami elongasi membentuk rhizoid penempel. Masing-masing sel pada spesies ini terdiri atas sebuah nukleus, dengan kloroplas berbentuk cangkir dan sebuah pirenoid. *Ulva lactuca* memiliki panjang sampai 100 cm dan berwarna hijau apel terang, dan memiliki bentuk

strap-shaped blades (pedang melipat) dengan tepi yang halus tapi bergelombang. Bagian tengah dari setiap helaian seringkali berwarna pucat dan semakin ke arah tepi warnanya semakin gelap. Pada daerah tropis, tumbuhan ini biasanya terdapat di air yang dangkal (zona intertidal bagian atas sampai kedalaman 10 meter). Pada substrat yang tepat, seringkali melakukan asosiasi dengan daerah yang memiliki nutrisi yang tinggi (contohnya bakau) atau dekat sumber air tawar. Spesies ini, memiliki *blade* berwarna hijau terang, rapuh, berkerut, berbentuk lonjong atau bulat, memiliki diameter lembaran blade sepanjang 65 cm, dan hidupnya di zona intertidal atau di daerah yang dangkal. Sentra budidaya rumput laut jenis ini ada di kawasan Gunung Kidul, Pantai Baron, Yogyakarta.



Gambar 2.2 *Ulva Lactuca* sp.

- e. *Sargassum* sp merupakan rumput laut yang tergolong dalam divisi Phaeophyceae (rumput laut coklat). Spesies ini dapat tumbuh sampai panjang 12 meter. Tubuhnya berwarna coklat kuning kehijauan. Ciri umumnya memiliki bentuk thallus silindris atau gepeng, pipih, licin, batang utama bulat agak kasar dan *holdfast* (bagian yang digunakan untuk

melekat) berbentuk cakram. Cabangnya rimbun menyerupai pohon di darat. Bentuk daun melebar, lonjong atau seperti pedang. Mempunyai gelembung udara yang umumnya soliter. Warna thallus umumnya coklat. Cabang pertama timbul pada bagian pangkal sekitar 1 cm dari holdfast. Percabangan berselang-seling secara teratur. Bentuk daun oval dan memanjang berukuran (40×10) mm. Pinggir daun bergerigi jarang, berombak, dan ujung melengkung atau meruncing. *Vesicle* (gelembung seperti buah) berbentuk lonjong, ujung meruncing berukuran (7×1,5) mm, dan agak pipih. Rumput laut jenis ini mampu tumbuh pada substrat batu karang di daerah berombak.

Rumput laut *Sargassum* sp. telah lama dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan obat. Sebagai sumber gizi, rumput laut memiliki kandungan karbohidrat. Karbohidrat yang disimpan sebagian besar tersedia dalam bentuk laminaran, disertai dengan pati dalam jumlah tertentu tergantung spesiesnya. Dinding selnya terbuat dari selulosa dan asam protein alginate di mana kandungan terbesarnya adalah alginat yang merupakan asam alginik.

Sargassum sp. tersebar luas di Indonesia dan tumbuh di perairan yang terlindung maupun yang berombak besar pada habitat bebatuan. *Sargassum* sp. tumbuh di daerah intertidal, subtidal, sampai daerah tubir dengan ombak besar dan arus deras. Kedalaman untuk pertumbuhan dari 0.5-10 m dan dapat tumbuh subur pada daerah tropis dengan suhu perairan 27.25 – 29.30C dan salinitas 32 – 33.5%. Kebutuhan intensitas cahaya matahari lebih tinggi karena kandungan klorofil pada *Sargassum* sp lebih banyak.



Gambar 2.2 *Sargassum sp.*

Pengembangan produk rumput laut di Sulawesi Selatan adalah di Maros, Takalar, Palopo, Bone, Wilayah Makassar. Di Provinsi Sulawesi Selatan ada 3 industri pengolahan rumput laut skala besar itu menghasilkan rumput laut menjadi produk jadi. Bentuk-bentuk produk industri adalah Chip Charrageenan dan Semi Charrageenan yang telah ditentukan kembali. Di mana tiga industri pengolahan berada di Makassar, Takalar dan Maros daerah. Industri pengolahan rumput laut di ketiga wilayah ini mampu mengeksport rumput laut dalam bentuk Charrageenan, tetapi masih ada masalah yang dihadapi industri pengolahan dalam produksi jadi produk, yaitu masalah-masalah seperti kurangnya kualitas bahan baku, perubahan harga bahan baku bahan, dan ketersediaan bahan baku (Suriani, 2019).

2.3 Negara Pesaing

Ada beberapa Negara yang menghasilkan rumput laut didunia apalagi di Negara Negara yang memiliki kepulauan dan pesisir. Rumput laut itu sendiri berasal dari alam dan hasil dari budidaya atau aquaculture. Jenis rumput laut yang berasal dari

alam, yaitu *Chondrus Cripus* yang diproduksi di beberapa Negara antara lain yaitu Kanada, Irlandia, Portugal, Spanyol dan Perancis, dan jenis rumput laut *Gigartina* yang berasal dari Amerika Selatan dan Eropa bagian selatan. Sementara rumput laut yang berasal dari budidaya ialah rumput laut *Euchemma Cottonii* dan *Euchemma Denticulatum* karena di budidayakan hanya di negara-negara yang beriklim tropis seperti Filipina, Indonesia, dan Republik Tanzania (Valderrama, 2013).

Selama periode tahun 2000-2010, rumput laut diproduksi di lima Negara yang merupakan penghasil utama rumput laut dengan kontribusi total yang mencapai 99,9% pada tahun 2000 dan pada tahun 2010 kontribusinya menurun menjadi 99,6% pada tahun 2000, Negara yang menghasilkan rumput laut terbesar di dunia ada lima Negara antara lain, Filipina, Indonesia, Republik Tanzania, Kiribati dan Fiki yang memiliki kontribusi masing-masing sebesar 71,9%, 20,9%, 5,4%, 1,2% dan 0,6% (ITC, 2015).

Tetapi pada tahun 2010 posisi Filipina tergeser oleh naiknya posisi Indonesia dengan kontribusi sebesar 60,5% dengan Filipina menduduki urutan kedua dengan kontribusi sebesar 31,9%. Sementara yang menduduki peringkat tiga, empat, dan lima diduduki oleh Negara Malaysia, Republik Tanzania, dan Republik Rakyat Tiongkok (RRT) dan masing-masing memiliki kontribusi sebesar 3,7%, 2,3% dan 1,1%. Produksi rumput laut pada tahun 2011 Indonesia cukup meningkat signifikan dengan peningkatan mencakup 78,4% dari 5,2 juta ton basah rumput laut pada tahun 2011 dan pada tahun 2013 menjadi 9,2 juta ton. Di Indonesia sendiri produksi rumput laut mayoritas berada di kepulauan Sulawesi dengan kontribusi mencakup 52,3% dari total produksi rumput laut basah pada tahun 2013 mencakup 9,2 juta ton. Sementara Nusa Tenggara dan Bali menduduki urutan kedua produksi rumput laut di Indonesia dengan mencapai 28,1% dari produksi rumput laut kering basah nasional (KKP, 2014).

Tidak hanya sebagai produsen utama rumput laut di dunia, Indonesia hanya memproduksi rumput laut dalam kondisi yang maksimal yang menunjukkan produktivitas yang masih sangat rendah jika dibandingkan dengan Negara pesaing lainnya. Hal inilah yang menjadi permasalahan yang paling utama didalam produksi rumput laut di Indonesia yaitu rendahnya produktivitas rumput laut. Indonesia hanya memproduksi rumput laut kering sebanyak 1,14 ton/km dan termasuk angka terendah dibanding Negara lain yang memiliki produktivitas rumput laut yang mencapai 4,55 ton/km di kepulauan Solomon. Sementara itu Tanzania, India, dan Filipina mencapai masing-masingnya 2,35 ton/km, 1,665 ton/km dan Filipins 1,61 ton/km (Valderrama et al, 2013).

Masalah yang terkait dengan rendahnya produktivitas kontribusi daya saing rumput laut adalah karena kurangnya pengetahuan dan keterampilan pelaku usaha di bidang rumput laut serta kurangnya pemerintah terkait dengan infrastruktur dan kebijakan (Wahyuddin, 2013). Menurut data FAO 2014 mengenai kontribusi rumput laut Indonesia di pasar Dunia, kontribusi rumput laut budidaya didunia saat ini sudah sampai sebesar 96% (Rebours, et al., 2014). Lebih lanjut Rebours menjelaskan bahwa sebagian besar (99,05% dari kuantitas dan 99,36% dari nilai) produksi rumput laut dunia berasal dari Asia. Lima negara penghasil rumput laut dunia yaitu Indonesia, Filipina, Malaysia, Tanzania dan Republik Rakyat Tiongkok (RRT). Kontribusi kelima negara tersebut sebesar 99,6% tahun 2000 dan 99,9% tahun 2010. Kontribusi pertanian rumput laut untuk karaginan utama dunia disajikan pada Tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Negara Pertanian Rumput Laut Untuk Karaginan Utama Dunia, 2000-2010

TAHUN 2000			TAHUN 2010		
5 produsen tertinggi	Kuantitas (ribu ton basah)	Andil %	5 produsen tertinggi	Kuantitas (ribu ton basah)	Andil %
Filipina	679	71,9	Indonesia	3 399	60,5
Indonesia	197	20,9	Filipina	1 795	20,9
Republik Tanzania	51	5,4	Malaysia	208	3,7
Kribati	11	1,2	Republik Tanzania	132	2,3
Fiji	5	0,6	RRT	64	1,1
Total Tertinggi 5	943	99,9	Total Tertinggi 5	5 599	99,6

Sumber: Velderrama, et. al. (2013)

Tabel 2.3 menunjukkan bahwa tahun 2000 posisi produksi rumput laut Indonesia untuk karaginan masih berada dibawah Filipina, kemudian Indonesia berubah menjadi penghasil utama dunia tahun 2010. Kontribusi produksi rumput laut Indonesia berubah dari 20,9% pada tahun 2000 menjadi 60,5% tahun 2010 karena peningkatan produksi rumput laut yang signifikan di Indonesia pada rentang waktu tersebut. Produksi rumput laut Indonesia sebesar 197 ribu ton tahun 2000 meningkat menjadi 3,39 juta ton tahun 2010 atau meningkat sebesar 1.625%. Hal ini tidak lepas dari semakin intensifnya pembudidayaan rumput laut di Indonesia.

Data BPS (2015) menunjukkan bahwa selama periode 2008- 2010 sekitar 67% produksi rumput laut Indonesia di ekspor

ke RRT. Negara lain yang juga merupakan negara tujuan ekspor utama rumput laut Indonesia adalah Filipina dengan pangsa 9,17%, Chili (4,31%), Korea Selatan (4,16%), dan Vietnam (3,74%). Hong Kong, Perancis, Denmark, Amerika Serikat, dan Inggris juga merupakan negara tujuan ekspor Indonesia untuk rumput laut dengan pangsa yang lebih kecil antara 0,52% hingga 1,87%.

Valderrama et al. (2013) studi kasus dilakukan oleh beberapa daerah di Indonesia dan negara penghasil rumput laut lainnya. Produktivitas rumput laut pada studi kasus dihitung berdasarkan jumlah ton rumput laut kering dibandingkan dengan panjang penanaman dalam km. dapat dilihat pada gambar.

Gambar 2.3 Produktivitas Penanaman Rumput Laut di Indonesia dan Dunia.



Sumber: Valderrama et. al. (2013)

Berdasarkan pada gambar 1 Produktivitas rumput laut kering di Indonesia umumnya adalah 1.14 ton/km, angka ini dikatakan sangat rendah karena berbeda dari Negara penghasil Rumput Laut lainnya yang ada di dunia. Negara dengan produktivitas tertinggi adalah Kepulauan Solomon (4,55

ton/km), kemudian Tanzania sebesar 2,35 ton/km, dan disusul oleh India sebesar 1,66 ton/km dan Filipina dengan produktivitas sebesar 1,61 ton/km. Rendahnya produktivitas budidaya rumput laut dapat disebabkan beberapa faktor diluar faktor lingkungan seperti faktor pengetahuan, keterampilan dan budaya usaha pelakunya, disamping perlunya dukungan pemerintah dalam penyediaan infrastruktur dan kebijakan (Wahyudin, 2013). Metode lepas dasar (off-bottom) memiliki produktivitas tertinggi ke tiga diterapkan di Kepulauan Solomon. Produktivitas budidaya rumput laut di Kepulauan Solomon dengan menggunakan metode ini adalah 5,43 ton/km. Tingginya produktivitas metode lepas dasar di Kepulauan Solomon disebabkan kesesuaian jenis pantai di negara ini. Metode lepas dasar ini juga memberikan produktivitas tertinggi dibandingkan dengan metode budidaya lainnya ketika diterapkan di Indonesia (Bali).

Kebijakan-kebijakan tersebut juga dilakukan di Malaysia. Dalam rangka meningkatkan produktivitas dalam budidaya rumput laut di negaranya, Pemerintah Malaysia telah melakukan program peningkatan kapasitas (Hussin, et.al., 2015). Pengembangan kapasitas tersebut dilakukan dalam bentuk membangun sistem mini estate dan sistem cluster, penggunaan pupuk, penggunaan mesin pemanen, penggunaan pengering bertenaga surya serta teknik pembenihan. Pengembangan kapasitas ini telah berhasil meningkatkan pengetahuan dan pemahaman petani di Sabah, Malaysia Timur. Adapun kebijakan yang telah dilakukan di Indonesia adalah program zonasi minapolitan yang dilaksanakan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP).

Metode Budidaya Rumput Laut Yang Dilakukan Oleh Berapa Negara. Perbandingan Metode Budidaya dengan Negara Lainnya Terdapat dua metode budidaya rumput laut yang sering digunakan oleh petani di negara-negara penghasil rumput laut yaitu metode lepas dasar dan metode rakit apung (Valderrama,

et. al., 2015). Lebih lanjut Valderrama, et. al. mendeskripsikan perbandingan metode budidaya yang digunakan oleh masing-masing negara sebagai berikut:

a. Indonesia

Budidaya rumput laut di Indonesia menggunakan tiga metode yaitu lepas dasar, rakit apung dan metode tali gantung.

b. Filipina

Metode yang diterapkan di Filipina adalah metode multi raft long line farm (MRL) dengan area seluas 10 x 50 m (sekitar 2 km dari garis penanaman). Metode ini merupakan metode yang inovatif yang dapat diterapkan pada wilayah dengan kedalaman air kurang dari 5 m.

c. Tanzania

Terdapat dua metode yang digunakan di Tanzania yaitu 30 x 10-m off-bottom dan 27 x 12-m tali apung.

d. India

Metode rakit apung dengan ukuran 3 x 3 m. Siklus produksi yaitu 45 hari dengan total produksi 270 hari produksi per tahun.

Berdasarkan metode yang digunakan dibanyak negara tersebut, negara dengan biaya termurah sampai tertinggi secara berurutan adalah Meksiko, Indonesia, Kepulauan Solomon, Filipina, India dan Tanzania (Valderrama et al.,2015). Pemanfaatan rumput laut di Indonesia masih tertinggal dibandingkan dengan pemanfaatan rumput laut di negara lainnya (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2014). Beberapa negara di dunia seperti RRT, Jepang, dan Korea sudah lebih dulu memanfaatkan rumput laut. Rumput laut tidak hanya dimanfaatkan sebagai makanan sehari-hari, tetapi juga dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan lainnya seperti obat-

obatan, zat aditif pada makanan, kosmetika, pupuk organik, hingga pakan ternak. Namun, di Indonesia, rumput laut masih belum dimanfaatkan secara optimal di dunia industri. Rumput laut masih lebih sering digunakan secara langsung sebagai bahan makanan terutama bagi warga yang tinggal di daerah pesisir (Suparmi, 2009).

Di banyak negara termasuk Indonesia, rumput laut saat ini merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai ekonomi tinggi mengingat perannya yang sangat penting dalam berbagai produk yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Dari segi ekonomis, rumput laut merupakan komoditas potensial untuk dikembangkan mengingat nilai gizi yang dikandungnya. Selain itu, rumput laut dapat dijadikan sebagai bahan makanan seperti agar-agar, sayuran, kue dan menghasilkan bahan algin, karaginan dan fulcelaran yang digunakan dalam industri farmasi, kosmetik, dan tekstil. Menurut Valderrama, et al., (2013), rumput laut juga merupakan sumber makanan yang bisa dikonsumsi secara langsung, sebagai makanan ternak, bahan baku pupuk, dan berbagai peran penting sebagai bahan baku dalam industri biofuel, kosmetik, dan obat-obatan.

Indonesia ada pada urutan bawah pada budidaya rumput laut dibandingkan negara pesaingnya seperti filiphina dan China karena masih dianggap baru masuk didalam tahap pertumbuhan budidaya rumput laut. Tetapi karena berhubungan waktu yang berjalan Indonesia sudah mulai diperhitungkan didalam penghasil rumput laut dunia akibat upaya keras pelaku di sektor pertanian ini. Hal ini terbukti karena keputusan penyelenggaraan symposium rumput laut bertaraf internasional dengan mengambil tema 'Seaweed Science for Sustainable Prosperity' di Bali lampau, menurut Ketua Umum Asosiasi Rumput Laut Indonesia menyebutkan bahwa "ini merupakan legitimasi dunia"

Eucheuma spinosum merupakan jenis budidaya yang pertama kali di ekspor Indonesia dari pantai Terora, Nusa Dua, Bali pada 1981. Sementara pada 1982, bibit *Eucheuma Cottonii* dari Filipina sedang berkembang sampai saat ini dibawa sebanyak enam kilogram oleh pemrakarsa rumput laut di Indonesia, Hariadi Adnan hamper seluruh pelosok tanah air.

Indonesia pertama kali melampaui volume produksi rumput laut Filipina pada 2008. Pencapaian ini membuat International Seaweed Association (ISA) pada International Seaweed Symposium ke-20 di Meksiko memutuskan bahwa Indonesia sebagai tempat penyelenggaraan International Seaweed Symposium 2013.

Pada 1981 tepatnya dari pantai Terora Nusa Dua Bali, Indonesia melakukan pertama kali ekspor rumput laut hasil budidaya jenis *Eucheuma spinosum*. Dan pada tahun 1982 terjadi pemrakarsa rumput laut di Indonesia yang dimana seorang bernama Hariadi Adnan membawa enam kilogram bibit *Eucheuma Cottonii* dari Filipina dan berkembang hamper seluruh pelosok Indonesia. Indonesia pertama kali melampaui volume produksi rumput laut Filipina pada tahun 2008. Akhirnya Indonesia mendapatkan Pencapaian dari International Seaweed Association (ISA) pada tahun 2013 di Meksiko.

Dengan sejumlah perkembangan yang ada, ARLI mengusulkan perlunya penataan pola dan strategi pengembangan rumput laut nasional. Selama ini diakui, evaluasi industri pengolahan yang telah dan akan dibangun oleh pemerintah di beberapa daerah dibuat tanpa perencanaan dan studi kelayakan yang matang. ARLI juga menyesalkan belum adanya tindak lanjut pemerintah terhadap usulan pembuatan Peta Jalan Rumput Laut Nasional yang sudah sejak lama diusulkan. Padahal, Indonesia berpeluang menjadi negara terkemuka di bidang rumput laut. (Shd)

Indonesia merupakan produsen rumput laut utama di dunia dan menjadi komoditas salah satu unggulan sektor perikanan budidaya nasional. Tetapi, rumput laut masih kalah bersaing produsen besar dunia lainnya, khususnya Korea Selatan. Salah satu faktor penghambat daya saing produk-produk rumput laut Indonesia adalah kurangnya inovasi pada semua rantai nilai (value chain) rumput laut. Oleh karena itu dibentuk platform digital Tropical Seaweed Innovation Network (TSIN) yang diinisiasi oleh Kemenkomar yang merupakan jaringan kerja sama, sinergi dan inovasi dari stakeholder rumput laut baik pemerintah, swasta, pelaku usaha industri rumput laut. Perlu dibangun industrialisasi rumput laut nasional untuk memberikan nilai tambah dan produksi rumput laut (Ambari, 2019)

Indonesia adalah salah satu produsen rumput laut utama di dunia dan hingga saat ini komoditas tersebut menjadi salah satu unggulan dalam pengembangan sektor perikanan budidaya nasional. Tetapi, Pemerintah Indonesia mengakui kalau rumput laut masih kalah bersaing produsen besar lainnya di dunia dan itu menyebabkan daya saing produk dari Indonesia tidak sebagus negara-negara tersebut, khususnya Korea Selatan. Hal itu diakui sendiri oleh Deputi Bidang Sumber Daya Alam dan Jasa Kementerian Koordinator Kemaritiman Agung Kuswandono di Jakarta, pekan lalu. Salah satu faktor yang masih menghambat daya saing produk-produk rumput laut Indonesia di pasar global, adalah kurangnya inovasi pada semua rantai nilai (value chain) rumput laut. "Produk-produk itu, utamanya adalah produk karaginan dan agar-agar. Di sisi lain, Indonesia adalah produsen terbesar di dunia untuk jenis rumput laut tropis," ungkapnya (Ambari, 2019).

Agar produk rumput laut bisa meningkatkan daya saingnya di pasar global, menurut Agung, Indonesia perlu menguatkan kerja sama antar pembudidaya dan lembaga yang terlibat, baik Pemerintah ataupun bukan. Salah satu yang

dilakukan, adalah dengan ikut terlibat dalam platform digital yang pembentukannya diinisiasi oleh Kemenkomar, yaitu Tropical Seaweed Innovation Network (TSIN).

Menurut Agung, platform digital tersebut adalah berbentuk website yang di dalamnya membentuk jaringan kerja sama, sinergi dan inovasi antara inovator produk rumput yang ada dalam lembaga penelitian dan pengembangan, baik itu milik swasta ataupun Pemerintah. Selain itu, sinergi juga dilakukan dengan melibatkan pakar rumput laut dari hulu ke hilir, dan juga pelaku usaha pada industri rumput laut. "Jadi, TSIN ini mempertemukan berbagai pemangku kepentingan yang berlatar belakang dari kementerian dan lembaga, peneliti, pemerintah daerah, pengusaha, akademisi, dan asosiasi dari seluruh Indonesia," jelasnya.

Melalui TSIN yang menjadi platform digital, kata Agung, Pemerintah menginginkan jaringan kerja sama, sinergi dan inovasi antara lembaga-lembaga penelitian dan pengembangan (research and development/R&D), dan juga keterlibatan para ahli dalam bidang rumput laut dari hulu ke hilir. Dengan demikian, itu bisa memberi sumbangan pada kemajuan, hilirisasi dan saing produk rumput laut Indonesia di pasar global. Meski demikian, Agung mengingatkan, Indonesia sejak lama sudah banyak melakukan inovasi dan penelitian rumput laut dari hulu ke hilir dan dilakukan oleh berbagai lembaga riset di bawah kementerian teknis seperti Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), Kementerian Perindustrian (Kemenperin), Kementerian Pendidikan Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti), dan lembaga lain. "Namun, kita tahu kalau semua hasil inovasi dan penelitian yang sudah ada sebelumnya masih susah diakses atau diadopsi oleh pihak industri atau pelaku usaha lainnya," tuturnya. Agar persoalan tersebut bisa dipecahkan, Agung menyebut kalau pembentukan jejaring seperti TSIN bisa menjadi langkah pembuka yang sangat bagus. Jejaring seperti TSIN, mendapat dukungan melalui Sustainable

Market Access through Responsible Trading of Fish in Indonesia (SMART-Fish Programme) dari United Nation Industrial Development Organization (Unido), badan di bawah Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) yang fokus pada pengembangan industri untuk pengentasan kemiskinan, globalisasi inklusif dan kelestarian lingkungan. “Kami telah merekomendasikan TSIN ini nantinya akan dikelola oleh Kemenristekdikti sesuai tugas fungsinya,” pungkasnya.

Sementara, Associate Expert UNIDO Nima Barahmalian mendukung langkah yang dilakukan Pemerintah Indonesia melalui pembentukan TSIN. Menurutnya, Indonesia bisa mengembangkan industri pengolahan rumput laut lebih baik lagi dari sekarang dengan dukungan penuh dari kalangan industri dan peneliti pada bidang rumput laut. “Rumput laut bisa menjadi komoditas bernilai ekonomi lebih tinggi dari sekarang,” ucapnya. Upaya perbaikan ekosistem industri pengolahan rumput laut di Indonesia, menurut Direktur Sistem Inovasi Kemristekdikti Ophirtus Sumule, menjadi upaya yang bagus karena itu akan membawa produk rumput laut pada tahapan lebih tinggi. Untuk itu, dia berharap dalam TSIN akan ada sebuah kanal khusus yang dapat mempertemukan hasil-hasil inovasi dengan kebutuhan pasar. TSIN direncanakan akan meluncur pada April mendatang.

Pemerintah Indonesia berupaya keras untuk meningkatkan daya saing produk rumput laut, karena hingga sekarang di pasar internasional Indonesia masih kalah nilai produksinya kepada Korea Selatan. Negeri ginseng tersebut nilai eksportnya mencapai USD284 ribu, sementara Indonesia hanya sanggup di angka USD159 ribu. Fakta tersebut menjadi miris, karena Indonesia sanggup mengekspor rumput laut kering (raw material) hingga USD160.278 ton pada 2017. Sedangkan, Korea Selatan untuk rumput laut kering di tahun yang sama hanya sanggup mengekspor maksimal 28 ribu ton saja. Faktor yang menyebabkan nilai ekspor masih kalah jauh, karena ekspor

rumput laut Indonesia masih didominasi dalam bentuk kering dan belum diolah.

Sebelumnya, pada 2018 Direktur Jenderal Perikanan Budidaya KKP Slamet Soebjakto pernah menjelaskan tentang tantangan berat pada industri rumput laut nasional. Menurut dia, tantangan itu di antaranya adalah masih minimnya diversifikasi produk, persyaratan pasar global, persaingan antar produsen, zonasi dan infrastruktur, dan minimnya investasi berbasis rumput laut. Slamet mengungkapkan, walau Indonesia saat ini menjadi negara net eksportir nomor satu dunia untuk komoditas rumput laut, tetapi pada kenyataannya 80 persen ekspor masih didominasi oleh produk bahan baku kering (raw material). Untuk jenis *Eucheuma Cottoni* dan *Gracilaria*, Indonesia masih menjadi nomor satu di dunia. “Namun sayangnya kita masih didominasi oleh bahan baku kering, artinya nilai tambah ekonomi yang dirasakan masih minim,” jelasnya. Untuk mengatasi persoalan tersebut, Slamet menyebut bahwa Indonesia harus bisa melaksanakan pembangunan industrialisasi rumput laut nasional. Cara tersebut, diyakini bisa memberikan nilai tambah ekonomi lebih tinggi dari sebelumnya. Melalui industrialisasi nasional, pihaknya berupaya untuk menggenjot produksi yang berkualitas di hulu (Ambari, 2019).

Upaya lain yang juga dilakukan, kata Slamet adalah dengan fokus menggarap potensi yang ada di kawasan-kawasan terluar dan perbatasan Indonesia. Sejak 2016, KKP merintis pembangunan sentra kelautan dan perikanan terpadu (SKPT), dimana salah satu fokus pengembangannya yakni budidaya rumput laut, seperti di Kabupaten Sumba Timur dan Rote Ndao di Nusa Tenggara Timur. Selain di NTT, Slamet mengungkapkan, fokus pengembangan sentra rumput laut juga dilakukan di kawasan Indonesia Timur lainnya. Termasuk, di Provinsi Papua dan Papua Barat, khususnya di Kabupaten Fak Fak, Kaimana, Sorong, Biak Numfor, dan Kepulauan Yapen. Kemudian di Maluku, NTB, Sulawesi dan daerah potensial

lainnya di seluruh Indonesia. Untuk saat ini, kata Slamet, pengembangan di Indonesia Timur sudah dimulai dari Kabupaten Fak Fak dan diharapkan ke depan seluruhnya menggunakan bibit rumput laut cottonii strain Maumere dari hasil kultur jaringan (Ambari, 2019).

Tak cukup disitu, Slamet memastikan, seluruh rumput laut yang dikembangkan di semua sentra, akan diproduksi melalui proses ramah lingkungan dan terjamin keamanannya. Kemudian, agar kepercayaan pasar tetap terjaga, KKP akan mendorong lebih banyak penerbitan sertifikasi CBIB (cara budidaya ikan yang baik) yang didalamnya meliputi aspek ketertelusuran (traceability), keamanan pangan (food safety), dan keberlanjutan (sustainability) (Ambari, 2019).

Kesepakatan kerjasama Masyarakat Ekonomi Asean (MEA) memang belum dimulai, namun gaungnya sudah membuat para pelaku industri rumput laut yang tergabung dalam Asosiasi Industri Rumput Laut Indonesia (Astruli) ketar-ketir. Asosiasi melihat meskipun MEA belum dimulai, banyak investor asing yang mulai melirik Indonesia dan siap mengurus produksi industri lokal yang terkendala keterbatasan modal. "Kalau itu terjadi memang dari sisi pemerintah akan sangat bagus karena berarti investor banyak yang masuk ke Indonesia, tapi kami industri dalam negeri jujur ketar-ketir karena akan mendapatkan pesaing yang berat," kata Wakil Ketua Umum Astruli Sasmoyo S. Boesari saat berdialog dengan Menteri Kelautan dan Perikanan Susi Pudjiastuti di kantornya. Sasmoyo menilai Indonesia harus mewaspadaai Filipina sebagai negara saingan produsen rumput laut terberat bagi Indonesia. Meski Indonesia terkenal sebagai penghasil rumput laut terbesar di dunia, tetapi faktanya industri-industri dalam negeri sulit bersaing mendapatkan bahan baku. Penyebabnya adalah sebesar 70 hingga 80 persen rumput laut mentah diekspor ke Tiongkok dengan harga yang lebih tinggi "Kami tahu kalau Tiongkok adalah pengimpor rumput laut terbesar di dunia tapi mereka

mendapat stimulus dan insentif dari negaranya sekitar 15-35 persen. Sehingga kami di dalam negeri betul-betul harus berjuang keras untuk bersaing mendapatkan bahan baku," katanya (Elisa, 2015).



Gambar 2.3 Rumput Laut

Tiga phycocoloid yang dihasilkan Rumput Laut penting secara komersial yaitu Alginat, agar-agar dan karaginan. Alginate di produksi oleh Negara SKotlandia, Norwegia, Cina, Argentina, Australia, Kanada, Chile, Meksiko, Irlandia, Jepang dan Amerika Serikat. Harga Alginate sendiri berkisar sebesar US \$ 213.000.000. Alginat berasal dari rumput laut yang alami dan belum ada dihasilkan melalui budidaya disebabkan oleh alginate belum bisa dikembang biakkan secara vegetative. Jenis rumput laut *Laminaria Japonica* lah yang bisa menghasilkan alginate dan sudah ada di budidayakan di Cina. Selain *Laminaria Japonica* yang menghasilkan Alginate ada beberapa jenis rumput lainnya yang menghasilkan alginate yaitu *Ascophyllum*, *Dulvillaea*, *Eclonia*, *Lessonia*, *Macrocystis*, *Sargassum*, *Turbinaria*, dll (Ziezarian, 2011).

Sementara karaginan hanya bisa diproduksi melalui rumput laut liar berjenis *Chondrus Cripus*. *Euchemma Cottonii* atau biasa disebut dengan *Kappaphycus Alvarezii* saat ini telah dibudidayakan diberbagai Negara misalnya Denmark, Irlandia, Selandia Baru, Nova Scotia, Cina, Jepang dan Mozambik yang disebut sebagai Negara penghasil karagenan utama didunia dan setiap tahun dapat menghasilkan pendapatan mencapai US \$ 240 juta (Ziezeran, 2011).

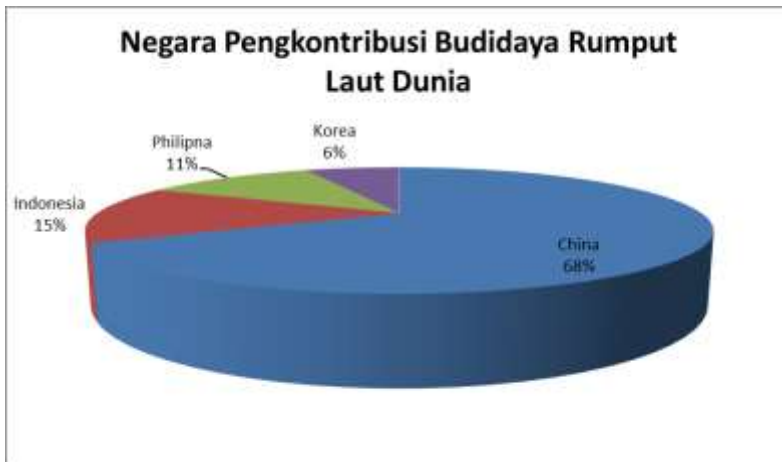
Produksi karagenan mengandalkan spesies rumput laut liar seperti *Chondrus crispus*. Budidaya *Kappaphycus alvarezii* dan *Euchemma denticulatum* semakin berkembang secara meluas di beberapa negara, seperti: Denmark, Irlandia, Selandia Baru, Nova Scotia, Cina, Jepang dan Mozambik yang merupakan produsen karagenan utama di dunia dan setiap tahunnya menghasilkan nilai ekonomi yang mencapai US\$ 240 juta. Hanya 20% total produksi diperoleh dari stok rumput laut alami sementara sisanya sebesar 80% berasal dari hasil budidaya di negara-negara seperti Filipina, Indonesia dan Tanzania.

Koloid penting lainnya yang dibutuhkan dunia industri adalah agar-agar, terutama yang berasal dari genus *Gracilaria* dan *Gelidium*. *Gelidium* yang hidup liar di perairan menghasilkan produk agar-agar berkualitas tinggi, sementara hasil dari *gracilaria* masih berkualitas rendah. Namun baru-baru ini berbagai teknik pra perawatan dengan alkali sebelum ekstraksi menghasilkan agar-agar berkualitas tinggi. Spanyol, Portugal, Korea, Perancis, Maroko, Amerika Serikat, Meksiko, Chili, Selandia Baru dan Jepang merupakan negara penghasil utama agar-agar dengan nilai produksi sekitar US \$ 132 juta per tahun.

Total produksi rumput laut dunia diperkirakan 8.5 juta metrik ton (belum termasuk rumput laut antartika). Dari jumlah ini, 85.65% 7,5 juta metrik ton dihasilkan oleh kegiatan budidaya dengan estimasi luas wilayah 200 x 103 ha, sedangkan sisanya berasal dari ekosistem alami rumput laut di seluruh

dunia. Industri rumput laut menggunakan rumput laut sebanyak 7,5 – 8 juta metrik ton per tahun. Perkiraan nilai ekonomi berbagai produk yang berasal dari rumput laut sebesar US\$ 5 – 6 milyar.

Industrialisasi rumput laut dimulai dengan produksi soda dan kalium dari rumput laut coklat untuk pembuatan sabun, kaca dan yodium. Phycocolloids rumput laut juga digunakan sebagai emulsifier dalam produk susu, kulit, tekstil, industri farmasi, pengobatan arthritis, keracunan logam, penyambungan tulang, immobilisasi katalis biologis dalam proses industri, terapi kesehatan dan kecantikan. Rumput laut juga digunakan sebagai pupuk di pertanian dan hortikultura, makanan suplemen untuk hewan, pakan untuk akuakultur, dll. Saat ini, makanan tambahan berbasis rumput laut digunakan dalam penyusunan makanan cepat saji. Dalam hal itu, hampir setiap orang makan beberapa olahan rumput laut setiap hari. Rumput laut yang mudah dicerna dan kaya vitamin, mineral garam dan oligo-elemen.



Produksi rumput laut jenis alga merah (red seaweeds) dunia menunjukkan peningkatan yang cukup baik. Produksi rumput laut dunia pada tahun 2002 mencapai 2,6 juta ton. Jika dibandingkan dengan produksi tahun 1998 sebesar 1,8 juta ton, maka dalam kurun waktu 1998-2002, produksi rumput laut

dunia mengalami kenaikan rata-rata sebesar 8,81 % pertahun. Berdasarkan produksi tahun 2002, maka negara yang mendominasi sebagai produser rumput laut (alga merah) dunia terbesar adalah Philipina (34,34%), kemudian China (26,05%), Jepang (16,94%) dan Korea (8,69%) dari produksi total. Sedangkan negara Indonesia baru bisa menempati posisi ke lima dengan volume produksi sebanyak 223.080 ton atau 8,66 % dari produksi rumput laut dunia. Angka produksi rumput laut Indonesia yang dikeluarkan resmi oleh FAO terbitan 2002 lebih kecil dari angka resmi yang telah dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya dan Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Dengan demikian seharusnya negara Indonesia menempati posisi ke empat sebagai negara produser rumput laut dunia (red seaweed).

Negara Philippina sebagai produser utama rumput laut dunia, produksi rumput lautnya sebagian besar berasal dari species *Euclima cottonii* dan sebagian kecil dari species *Euclima denticulatum*, *Kapphycus alvarezu* dan *Gracilaria*. Produksi rumput laut dari negara China dan Jepang kebanyakan berasal dari jenis species *Porphyra tenera*, sedangkan dari negara Indonesia berasal dari jenis *Euclima cottonii* dan *Gracilaria*.

Hal ini tentu perlu mendapat perhatian, karena luas perairan atau potensi negara kita jauh lebih luas dari negara Philipina, China maupun Jepang. Oleh karena itu kegiatan budidaya rumput laut perlu mendapat dukungan secara bersama-sama (terkoordinasi) sesuai dengan kapasitas masing-masing dari hulu sampai ke hilir (secara terpadu), sehingga hasil yang dicapai dan dampaknya untuk meningkatkan pendapatan masyarakat serta perolehan devisa negara lebih mudah untuk dicapai.

Tabel 2.3 Negara Produser Rumput Dunia Utama, 1998 – 2002

Negara	1998	1999	2000	2001	2002	Kenaikan Rata-rata (%)
Total (ton)	1.845.643	1.925.348	1.980.758	2.225.783	2.574.640	8.81
Philippines	656.632	673.361	678.743	760.640	884.066	7.91
China	364.450	411.370	481.590	583.990	670.620	16.51
Taiwan	14.770	15.327	12.529	15.628	16.799	4.44
Korea Rep	190.979	205.706	130.488	167.909	223.650	8.26
Indonesia	117.210	133.720	205.227	212.473	223.080	19.02
Chili	68.386	31.278	33.471	65.538	71.648	14.47
Japan	396.615	409.850	391.681	373.121	436.031	2.76
Lainnya	36.601	44.736	47.029	46.484	48.746	7,76
Lainnya	36.601	44.736	47.029	46.484	48.746	7,76

Sumber : Statistical Year Book FAO 2002.

Permintaan rumput mulai mengalami peningkatan sejak awal tahun 1980 untuk berbagai kebutuhan di bidang industri makanan, tekstil, kertas, cat, kosmetika dan farmasi. Di Indonesia pemanfaatan rumput laut di mulai dari industri agar-agar (*Gelidium/Gelidiella* dan *Gracilaria*) dan untuk industri karaginan (dari *Eucheuma*) sedangkan untuk industri alginat (dari *Sargassum*) baru dimulai semenjak tahun 1995. Menurut McHugh dan Lanier (1983) penggunaan rumput laut semakin meningkat di masa mendatang. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan akan dunia industri, maka potensi sumberdaya alam rumput laut yang kita miliki memerlukan pengembangan secara lestari dan berkelanjutan. Negara lain selain Indonesia sebagai penghasil rumput laut adalah Jepang, Amerika Serikat, Kanada, daratan Eropa, Filipina, Thailand, Malaysia, India, Chile dan Madagaskar.

Ekologi Pertumbuhan Rumput Laut

3.1 Pengantar

Sumberdaya hayati laut yang telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir sebagai sumber makanan adalah rumput laut atau alga (seaweed). Saat ini rumput laut telah menjadi salah satu komoditi ekspor Indonesia selain ikan dan udang. Nilai ekonomis rumput laut karena mengandung senyawa-senyawa penting yakni agar, karaginan, dan alginat yang dimanfaatkan oleh industri makanan, kimia, farmasi dan kosmetik sebagai stabilizer, bahan peningkat kekentalan, pembentuk gel, emulsifier, dan lain sebagainya. Sebagai komoditi ekspor permintaan rumput laut terus meningkat sehingga dapat menjadi peluang usaha yang menjanjikan untuk dikembangkan. Rumput laut yang dikembangkan dengan cara dibudidaya di sebagian besar daerah pesisir Indonesia adalah *Kappaphycus* sp., *Euचेuma* sp., dan *Gracilaria* sp.

Indonesia memiliki peluang besar untuk pengembangan agribisnis rumput laut karena didukung oleh potensi wilayah pesisir yang luas dan iklim tropis dengan intensitas cahaya matahari tinggi sepanjang tahun yang cocok untuk pertumbuhan rumput laut. Luning (1990), menyatakan bahwa di perairan Indonesia terdapat kurang lebih 628 jenis rumput laut yang tumbuh atau sekitar 7.85% dari total jenis rumput laut yang ditemukan di seluruh dunia. Menurut Dahuri (2003), Indonesia

memiliki lingkungan yang potensial, terdiri dari sekitar 70 persen laut yang didalamnya terdapat berbagai macam sumberdaya hayati.

Seiring berkembangnya IPTEK, tingkat pemanfaatan rumput laut semakin beragam, tidak saja untuk produk pangan namun juga mencakup produk non pangan. Berdasarkan (KKP 2016), terdapat beberapa pengelompokan produk derivatif rumput laut yaitu produk pangan, pakan, pupuk, kosmetik, dan farmasi. Wiratmaja *et al.*, (2011) mengemukakan bahwa beberapa peneliti sebelumnya telah melaporkan potensi rumput laut untuk biofuel atau bahan baku nabati sebagai sumber energi alternatif.

Tingkat pemanfaatan rumput laut berkorelasi dengan kualitas rumput laut yang dihasilkan. Kualitas rumput laut ditentukan oleh beberapa indikator yakni kandungan karaginan, kekuatan gel dan viskositas. Untuk mendapatkan kualitas yang baik dan berdaya saing tinggi diperlukan pengetahuan tentang parameter ekologi yang sesuai untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan rumput laut dan mengidentifikasi faktor-faktor penting lainnya yang menunjang keberhasilan budidayanya. Pengetahuan tersebut juga penting untuk pengelolaan berkelanjutan usaha budidaya rumput laut. Kamlasi (2008), menyebutkan bahwa beberapa strategi pengelolaan berkelanjutan usaha budidaya rumput laut yang perlu diterapkan yakni pengelolaan lingkungan perairan berbasis ekologis dengan memperhatikan kelangsungan hidup organisme lain di sekitar lingkungan budidaya, penerapan teknologi budidaya yang ramah lingkungan dan penataan kawasan budidaya sesuai daya dukung lingkungan sehingga tidak terjadi penurunan kualitas lingkungan perairan disekitar areal budidaya

3.2. Habitat Dan Ekologi Rumput Laut

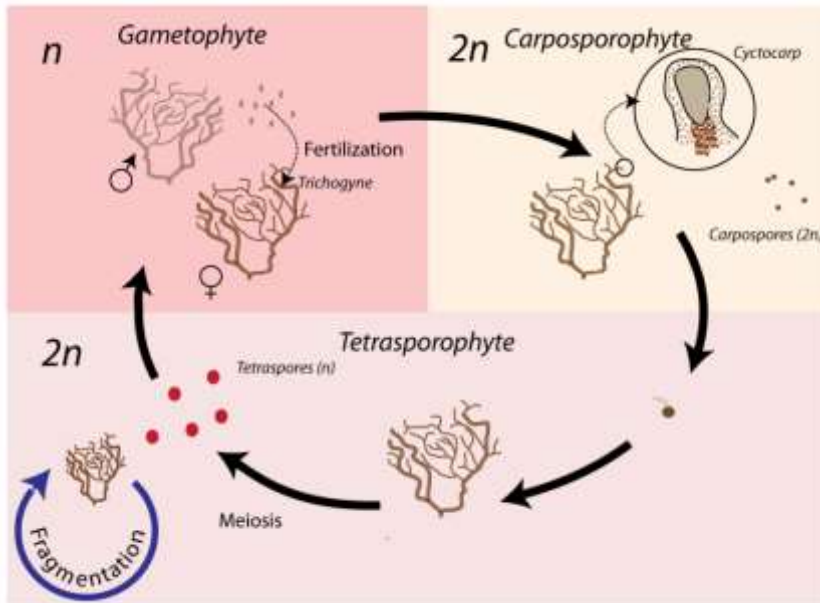
Rumput laut tumbuh di perairan dangkal daerah pasang surut dan sub litoral sampai pada kedalaman tertentu yang masih dapat ditembusi sinar matahari. Dihabitatnya rumput laut hidup di dasar perairan atau fitobentos dan memiliki holdfast sebagai alat untuk melekatkan diri pada substrat. Selain itu rumput laut juga ditemukan sebagai epifit dengan hidup menempel pada tumbuhan lainnya. Menurut Romimohtarto dan Juwana (2001), rumput laut memiliki sifat litofotik dimana hidupnya melekat pada batuan dan substrat keras lainnya. Kadi dan Atmadja (1988) melaporkan bahwa preferensi habitat utama rumput laut yakni pada perairan dengan substrat yang tidak terlalu keras seperti lumpur, pasir, atau campuran keduanya dan substrat dasar perairan berbatu, pecahan karang mati, dan rataaan terumbu karang. Nybakken (1992) menyatakan bahwa rumput laut banyak tumbuh pada habitat rataaan terumbu karang di perairan Indonesia.

Secara ekologi rumput laut merupakan tumbuhan tingkat rendah yang berperan sebagai produsen dalam rantai makanan di ekosistem laut. Hasil fotosintesis rumput laut dapat menjadi sumber energi bagi kelangsungan hidup organisme lain yang mengkonsumsinya khususnya organisme pemakan tumbuhan atau herbivora seperti ikan baronang, abalone, udang dan landak laut. Rumput laut juga berperan sebagai penyumbang karbon bagi substrat dasar perairan yang membantu mencegah *ocean acidification* atau pengasaman laut, hal ini sangat berguna bagi keberlanjutan ekosistem terumbu karang (Khudin *dkk.*, 2019).

Distribusi rumput laut tergantung pada banyak faktor seperti faktor fisik (substrat, suhu, kualitas dan kuantitas cahaya, aktivitas pasang surut yang dinamis, angin, dan badai), faktor kimia (salinitas, pH, nutrisi, gas, dan tingkat polusi), dan faktor biologis (herbivora), mikroba, epifit, endofit, simbiosis, parasit, dan penyakit). Rumput laut berfungsi sebagai dasar jaring

makanan laut dan merupakan sumber makanan langsung untuk bulu babi dan ikan. Selain itu, mereka menyediakan tempat berlindung dan tempat reproduksi bagi ikan dan invertebrata. Rumput laut bersama dengan hewan karang adalah organisme bentik dominan yang kelimpahan relatifnya sering digunakan sebagai indikator kesehatan ekosistem (Baweja *et al.*, 2016).

Rumput laut berkembangbiak secara seksual dengan pembentukan carpospora yang melalui fase germinasi akan menghasilkan sporofit dan perkembangan secara aseksual dengan menyebarkan tetraspora, setek atau pemotongan thallus dan konjugasi. Menurut Bast (2014), siklus hidup rumput laut jenis *Kappaphycus* sp. terdiri dari gametofit dioecious (N), carposporophyte (2N) dan fase tetrasporophyte (2N). Spermata dan carpogonium masing-masing dihasilkan oleh thallus jantan dan betina. Gamet membuahi di dalam bagian terminal thalli betina (trichogin) untuk membentuk carposporophyte diploid, yang selanjutnya menghasilkan carpospora diploid. Pembelahan mitosis berulang dalam carpospora menghasilkan pembentukan tetrasporofit, dan pembelahan meiosis berikutnya dalam tetrasporangia menghasilkan tetraspora haploid. Tetraspora yang dilepaskan ke perairan berkembang menjadi gametofit masing-masing untuk menyelesaikan siklus hidup (Gambar 3.2). Thalli tidak perlu menjalani siklus hidup seksual atau produksi spora untuk memperbanyak tanaman, fragmen sekecil 0,5 cm yang melekat pada substrat mampu berkembang untuk melengkapi thalli.



Gambar 3.2 Siklus hidup rumput laut *Kappaphycus* sp (Sumber: Bast, 2014)

3.3. Pengaruh Faktor Ekologi Terhadap Kehidupan Dan Pertumbuhan Rumput Laut

Rumput laut dapat tumbuh dan berkembang jika berada pada lingkungan yang sesuai. Jika lingkungan tidak optimal, rumput laut masih bisa hidup namun tidak tumbuh atau pertumbuhannya rendah. Pertumbuhan rumput laut bergantung pada senyawa polisakarida yang dihasilkan saat melakukan fotosintesis. Kualitas hasil fotosintesis berpengaruh pada kualitas rumput laut yang dihasilkan. Pengetahuan tentang kondisi lingkungan yang mendukung kehidupan dan pertumbuhan rumput laut mutlak diperlukan oleh pembudidaya untuk menghasilkan produksi rumput laut yang optimal dengan kualitas baik. Faktor fisika, kimia dan biologi utama yang berpengaruh terhadap produktivitas rumput laut meliputi:

3.3.1 Faktor fisika

a. Suhu

Suhu mempengaruhi semua aspek fisiologi rumput laut, mulai dari pengaturan aktivitas enzim, konstanta laju reaksi kimia, dan laju difusi nutrisi. Metabolisme sel dipengaruhi oleh fluktuasi dari kisaran optimal yang dapat memengaruhi serapan nutrisi (Roleda dan Hurd 2019). Luning (1990), mengemukakan bahwa kelangsungan hidup dan pertumbuhan rumput dipengaruhi oleh suhu perairan. Suhu di atas rata-rata mengakibatkan gangguan fotosintesis karena kerusakan enzim dan sel menjadi labil sedangkan suhu yang rendah menyebabkan kerusakan pada membran protein dan lemak yang membentuk kristal yang berpengaruh pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup rumput laut. Lebih lanjut dikatakan bahwa kisaran suhu antara 20 - 30°C baik untuk kelangsungan hidup dan tumbuh kembangnya rumput laut. Berdasarkan SNI 7579.2:2010 parameter suhu untuk budidaya rumput laut *E. Cottonii* berkisar 26 – 32°C.

b. Dasar perairan

Kondisi dasar perairan di lokasi budidaya mempengaruhi metode budidaya yang akan digunakan. Rusdani (2013) mengemukakan bahwa dasar perairan lokasi budidaya seperti batuan dan lumpur mempengaruhi konstruksi wadah budidaya, sirkulasi air, dan pengendapan hasil metabolisme dan material lain. Dasar perairan dengan substrat karang menghasilkan mutu karaginan rumput laut dengan viskositas terbaik (Mulyani *dkk.*, 2020).

c. Tingkat kecerahan

Tingkat kecerahan perairan bergantung pada partikel-partikel tersuspensi yang terdapat di dalam air, kelimpahan mikroorganisme perairan, dan detritus. Semakin cerah suatu perairan memungkinkan penetrasi cahaya ke dalam perairan

semakin besar akan yang menunjang fotosintesis rumput laut. Menurut Nybakken (1988), penetrasi cahaya matahari yang besar memungkinkan terjadinya fotosintesis. Effendi (2003) mengemukakan bahwa faktor-faktor seperti cuaca, padatan tersuspensi, dan waktu dilakukannya pengukuran berpengaruh terhadap nilai kecerahan perairan. Rumput laut tumbuh cukup baik pada perairan yang jernih dengan tingkat transparansi tidak kurang dari 5 meter (Puslitbangkan, 1991). Pada budidaya rumput laut diperlukan nilai kecerahan lebih dari 1 meter (BSN, 2010).

d. Kekeuhan

Kekeuhan perairan yang disebabkan bahan-bahan tersuspensi seperti lumpur, pasir halus, bahan anorganik dan organik seperti plankton dan mikroorganisme lainnya berpengaruh terhadap penetrasi cahaya matahari, dan penurunan kandungan oksigen terlarut dalam air. Hal ini akan berdampak pada fotosintesis dan gangguan sistem respirasi (Davis dan Cornwell, 1991; Sutika 1989). Ichsan Nur *dkk.*, (2016), menyatakan bahwa nilai kekeuhan perairan sebesar 20 mg/l merupakan niali standar untuk budidaya rumput laut.

e. Arus dan gelombang

Arus dan gerakan air berperan dalam pengadukan massa air, transportasi nutrient, oksigen terlarut, kestabilan suhu dan menghindari terjadinya akumulasi debu, lumpur, dan organisme penempel yang terdapat pada thallus rumput laut. Menurut Serdiati dan Widiastuti, (2010) pergerakan air akibat gelombang permukaan membantu pendistribusian usur hara, dan beberapa parameter fisika dan kimia di perairan baik vertikal maupun horisontal. Rumput laut masih dapat tumbuh dengan baik pada kecepatan arus antara 20-40 cm/detik. Anggadireja *et al.*, (2006) mengemukakan bahwa tekanan yang kuat dari gelombang maupun ombak mengakibatkan stress dan kerusakan pada thallus rumput laut.

f. Kedalaman perairan

Kedalaman perairan mempengaruhi pertumbuhan rumput laut karena berkaitan dengan intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan. Semakin dalam perairan semakin menurun intensitas cahaya matahari. Intensitas cahaya matahari diperlukan rumput laut untuk proses fotosintesis. Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan peningkatan proses fotosintesis yang akan menstimulasi proses metabolisme sehingga merangsang rumput laut untuk menyerap unsur hara yang lebih banyak, penyerapan unsur hara yang lebih banyak akan menghasilkan pertumbuhan thallus yang merupakan ukuran pertumbuhan rumput laut. Menurut Akmal (2017), semakin bertambahnya kedalaman semakin menurun intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan, sehingga dapat menurunkan laju fotosintesis pada rumput laut. Perbedaan kedalaman dan intensitas cahaya matahari menyebabkan perbedaan morfologi, kandungan klorofil a, dan karotenoid rumput laut.

Menurut Farid (2008) di Indonesia rumput laut tumbuh baik pada kedalaman 20 – 30 cm, karena penetrasi cahaya matahari umumnya masih baik dan mencapai kedalaman tersebut. Perairan yang terlalu dangkal, dasar perairan mudah teraduk sehingga menimbulkan kekeruhan yang mengganggu proses fotosintesis dan menghambat pertumbuhan rumput laut. Anggadireja *dkk.*, (2010) menyatakan bahwa pertumbuhan rumput laut dipengaruhi oleh faktor kedalaman. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi atau rendah akan menghambat proses pembentukan percabangan pada rumput laut. Hasil penelitian Khasanah *et al.*, (2016) rumput laut *E. cottonii* yang dibudidayakan menggunakan metode tali gantung pada kedalaman perairan 20 sampai 100 cm mendapat cahaya matahari dengan intensitas tinggi, sedangkan rumput laut yang digantung pada kedalaman yang lebih besar mendapat cahaya matahari yang kurang optimal bagi pertumbuhannya. Thimumarani *et al.*, (2009) menyatakan bahwa distribusi, pertumbuhan, morfologi, fisiologi

dan produktivitas rumput laut dapat ditentukan dengan intensitas cahaya.

3.3.2 Faktor kimia

a. Salinitas

Kelangsungan hidup dan pertumbuhan rumput di lokasi budidaya salah satunya dipengaruhi oleh salinitas atau kadar garam. Hal-hal yang berpengaruh terhadap nilai salinitas di suatu perairan adalah pergerakan air, evaporasi atau penguapan, jumlah curah hujan dan adanya muara sungai. Tambaru dan Samawi (1996), menyatakan bahwa rumput laut dapat tumbuh dengan baik pada kisaran salinitas antara 28-35 ppt, dan optimum tumbuh pada salinitas 33 ppt. Bold dan Wyne (1985), mengemukakan pertumbuhan rumput laut pada salinitas optimum antara 33-40 %.

b. DO (Dissolved oksigen)

Kadar oksigen terlarut dalam suatu perairan dinyatakan dengan satuan mg/l. Menurut Arfah dan Papalia, (2008) peningkatan suhu, proses respirasi oleh organisme perairan, tumpahan minyak di permukaan air laut dan bahan organik yang tinggi merupakan penyebab berkurangnya kelarutan oksigen di dalam air. Perairan dengan kandungan oksigen terlarut 3-8 ppm menghasilkan pertumbuhan rumput laut terbaik (Ariyati *dkk.*, 2007). Pongmasak *dkk.*, (2010) menyatakan kandungan oksigen terlarut >4 ppm memberikan pertumbuhan yang baik bagi rumput laut.

c. pH (Derajat keasaman)

Budidaya rumput laut membutuhkan pH perairan yang optimum dengan kisaran nilai antara 6,8-8,2 (Aslan, 2003). Menurut Kadi dan Atmadja (1998), untuk budidaya *Gracilaria* di Indonesia kisaran nilai pH yang baik antara 8-8,5. Derajat keasaman perairan mempengaruhi penyerapan beberapa unsur mineral, pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi

mengakibatkan penurunan serapan mineral oleh rumput laut (Arthur, 2013). Selain itu nilai pH yang tidak sesuai dapat mempengaruhi laju pertumbuhan rumput laut bahkan menyebabkan kematian rumput laut. Hal ini karena pH perairan dapat merubah distribusi karbondioksida dan ketersediaan karbon yang berpotensi mempengaruhi sistem fisiologis rumput laut secara langsung (Chen & Durbin 1994). Perubahan pH di perairan berkaitan dengan perubahan suhu, oksigen terlarut dan produksi fitoplankton (Chen & Durbin 1994).

d. Fosfat (PO₄)

Fosfat dimanfaatkan oleh tumbuhan dalam bentuk fosfor. Fosfor termasuk salah satu elemen utama yang dibutuhkan oleh rumput laut untuk fotosintesis dan pertumbuhan. Menurut Ariyati *dkk.*, (2007) kisaran fosfat untuk mendukung pertumbuhan *K. alvarezii* antara 0,0132-0,0391 mg/l dan 0,081-0,0435 mg/l. Fosfat yang rendah di perairan menyebabkan banyak lemak yang terakumulasi dalam sel *K. alvarezii* (Kushartono *et al.*, 2009).

e. Nitrat (NO₃)

Nitrat adalah nitrogen anorganik terlarut merupakan komponen kimia penting yang digunakan oleh organisme untuk pertumbuhan, metabolisme, dan reproduksi. Kisaran nitrat dengan nilai antara 0,30 - 0,76 ppm tergolong baik untuk pertumbuhan rumput laut yang dibudidaya (Kune, 2007). Hasil penelitian Gundo *dkk.*, (2011) rumput laut *K. alvarezii* masih tumbuh baik pada kisaran nitrat 0,004-0,002 ppm.

3.3.3 Faktor biologi

a. Berat awal bibit dan jarak tanam antar bibit rumput laut

Berat awal rumput laut yang dijadikan bibit berpengaruh pada pertumbuhan rumput laut yang dibudidaya. Hal ini sebagaimana yang dikemukakan oleh Mondoringin (2013) bahwa berat awal bibit yang digunakan akan mempengaruhi

pertumbuhan rumput laut. Penggunaan bibit awal yang lebih kecil akan menghasilkan pertumbuhan rumput laut yang lebih cepat karena tidak terjadi persaingan antar thallus rumput laut dalam memperoleh nutrisi. Selanjutnya menurut Damar *et al.*, (1992) bahwa ukuran bibit awal yang terlalu besar menyebabkan persaingan yang tinggi dalam penyerapan unsur hara sehingga dapat mengganggu pertumbuhan. Hasil penelitian Ismail *dkk.*, (2015) menemukan pertumbuhan yang signifikan pada *K. alvarezii* dengan berat awal bibit yang berbeda. Perlakuan berat bibit awal 50 g memberikan pertumbuhan terbaik untuk *K. alvarezii*. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Antari *dkk.*, (2021) yang menemukan berat awal bibit rumput laut *E. cottonii* 50 g memberikan pertumbuhan terbaik dibandingkan berat bibit awal 100 dan 150 g.

Selain berat awal bibit rumput laut, jarak tanam antar bibit juga mempengaruhi laju pertumbuhan. Untuk budidaya rumput laut dengan metode jaring apung, jarak tanam yang ideal adalah 35 cm. Dimana jarak tanam ini menghasilkan laju pertumbuhan harian tertinggi sebesar 3,95 % per hari. Sementara untuk metode rakit dan tali gantung jarak tanam yang direkomendasikan antara 20-30 cm (Kadi dan Atmadja 1988).

b. Hama

Kehadiran hama mempengaruhi produktivitas dan menurunkan kualitas rumput laut. Hama yang sering ditemukan pada budidaya rumput laut antara lain: *grazers* (bulu babi, penyu dan ikan herbivor), mereka memangsa rumput laut; organisme penempel (epifit dan biofouler) kehadiran mereka menyebabkan kerusakan karena menjadikan rumput laut sebagai inang. Hama yang memangsa rumput laut menyebabkan luka pada thallus. Luka tersebut akan menjadi jalan masuk bagi bakteri. Organisme penempel pada thalus atau material lain (misalnya daun lamun, plastik, dll) yang melayang di perairan dan melekat pada thalus rumput laut dapat mempengaruhi produktivitas thallus.

Menurut Krismaningrum (2007), tumbuhan yang melekat pada rumput laut dapat menjadi pesaing dalam penyerapan unsur hara, selain itu tumbuhan yang melekat juga akan menutupi permukaan thallus sehingga proses fotosintesis akan terganggu. Nurdiana *et al.*, (2016) menyatakan bahwa makro epifit yang menempel di sekitar thallus menyebabkan terhambatnya pertumbuhan karena membatasi akses cahaya dan nutrisi ke rumput laut. Tumbuhan lumut merupakan salah satu epifit yang paling sering ditemukan menempel pada rumput laut. Thallus yang ditempeli epifit tidak berkembang, percabangan thallus sedikit dan pendek. Keadaan ini mengakibatkan laju pertumbuhan menjadi lebih rendah (Susanto 2005).

c. Penyakit

Salah satu penyakit rumput laut yang umum dan yang paling berpengaruh terhadap struktur rumput laut adalah ice ice. Gejala yang paling nampak adalah pengerasan dan pemutihan thallus. Penyakit ini menyebabkan kerusakan pada tanaman, dan seluruh lahan budidaya. Ketika penyakit ini menyebar menyebabkan berkurangnya hasil produksi dan kegagalan panen. Penyakit ice-ice timbul karena stress pada rumput laut yang disebabkan perubahan faktor lingkungan secara mendadak. Penyakit ice-ice bersifat menular dan biasanya terjadi pada musim-musim tertentu (Largo *et al.*, 1995). Kerusakan thallus akibat penyakit ice-ice dapat mencapai 90%, bila serangan berlangsung lama kerusakan dapat mencapai 100%. Kerusakan thallus diperparah jika terjadi infeksi sekunder oleh *Peryphyton* dan beberapa bakteri patogen seperti *Pseudomonas stutzeri*, *Aeromonas faecalis*, *Vibrio alginolitycus*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Actinobassilus* sp (Erbabley & Kelabora 2018). Thallus yang luka merupakan jalan masuk bagi bakteri patogen. Selanjutnya bakteri akan berkembang pada thallus menyebabkan bagian thallus memutih, rapuh dan mudah patah (Musa & Wei, 2008).

3.4. Teknik Pengukuran Faktor Ekologi Lokasi Budidaya Rumput Laut

a. Suhu

Suhu perairan diukur menggunakan termometer. Caranya dengan mengikat pangkal termometer (bukan pada bagian ujung air raksa) dengan tali selanjutnya termometer dicelupkan ke dalam air, kemudian pegang bagian tali dan tunggu beberapa menit sampai bagian warna merah di dalam termometer menunjukkan nilai yang stabil, dan membaca skala yang tertera.



Gambar 3.4a. Termometer

(Sumber: <https://sumber.belajar.kemdikbud.go.id/Termometer/materi1.html>)

b. Salinitas

Pengukuran salinitas menggunakan alat refraktometer dengan langkah awal kaca prisma dikalibrasi dengan aquades, setelah itu dibersihkan dengan tissue. Selanjutnya ambil sampel air dengan pipet tetes dan tetesi kaca prisma kurang lebih 3 tetes, kemudian tutup kaca prisma dengan kemiringan sekitar 45° dengan tujuan agar gelembung udara tidak terbentuk pada kaca prima. Selanjutnya mengarahkan refraktometer pada cahaya dan membaca skala salinitas pada bagian yang sebelah kanan. (Atmanisa *dkk.*, 2020).



Gambar 3.4b. Refraktometer

(Sumber: <https://www.amazon.de/Refraktometer-Handrefraktometer>)

c. Oksigen terlarut

Oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter. Sebelum digunakan ujung probenya dikalibrasi pada skala nol. Setelah itu ujung probe di celupkan pada sampel air. Kemudian tunggu sampai angka di display stabil baru dilakukan pembacaan skala kadar oksigen terlarut.



Gambar 3.4c. DO meter

(Sumber <https://www.kucari.com/alat-ukur-kualitas-air/>)

d. pH

Derajat keasaman perairan diukur menggunakan pH meter. Sebelum digunakan terlebih dahulu pH meter dikalibrasi dengan buffer pH. Ambil sampel air yang mau diukur pH nya dan diletakan dalam wadah, tekan tombol ON untuk menyalakan pH meter, setelah itu celupkan bagian ujung pH meter ke dalam air, tunggu sampai angka yang tertera pada display digital stabil baru dilakukan pembacaan skala.



Gambar 3.4d pH meter

(Sumber <https://www.isw.co.id /pH-meter- digital>)

e. Fosfat dan nitrat

Kandungan fosfat pada air diukur menggunakan HANNA HI-713 KIT. Mencampurkan 0.18 g serbuk HANNA HI-713 dengan sampel air sebanyak 10 ml. kemudian larutan dihomogenkan selama 3 menit menggunakan vortex hingga terjadi perubahan warna. Kadar fosfat ditentukan berdasarkan nilai absorbansi yang terbaca pada alat spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Kandungan nitrat pada air diukur menggunakan Salifert Nitrat TEST KIT. Masukkan 1 ml sampel air ke dalam tabung reaksi, kemudian tambahkan dengan 4 tetes reagent A dan 1 takaran reagent B. Selanjutnya larutan difortex hingga homogenkan dan terjadi perubahan warna. Konsentrasi nitrat ditentukan berdasarkan nilai absorbansi yang terbaca pada

alat spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm (Jeniarti dkk., 2021).

f. Kecepatan arus.

Kecepatan arus dapat diukur menggunakan metode sederhana dengan bola pingpong dan stopwatch. Caranya bola pingpong dihanyutkan pada jarak tertentu di permukaan air. Kemudian dihitung waktu yang ditempuh oleh bola pingpong pada jarak yang sudah ditentukan dengan stopwatch. Selanjutnya hasil pengukuran tersebut dikonversi ke dalam rumus kecepatan arus.

g. Kekerusuhan perairan

Kekeruhan diukur menggunakan secchi disk dengan cara secchi disk dimasukkan ke dalam air kemudian diamati, saat lempengan pola secchi disk tidak tampak lagi dalam air, ukur panjang kedalaman tali secchi disk.



Gambar 3.4g secchi disk

(Sumber: <https://tneutron.net/tingkat-kecerahan-dan-kedalaman-air>)

h. Kedalaman perairan.

Kedalaman perairan diukur menggunakan tonggak kayu yang telah ditempelkan skala meter. Bila kedalaman lebih dari 2 meter dapat digunakan tali berskala yang bagian ujungnya diikat pemberat. Selanjutnya tonggak kayu atau tali berskala tersebut

dimasukkan ke dalam air sampai menyentuh dasar perairan, jarak dari permukaan air sampai dasar perairan merupakan nilai kedalaman perairan.

3.5 Penutup

Pemanfaatan potensi perairan pantai Indonesia untuk budidaya rumput laut dapat menjadi tulang punggung perekonomian masyarakat pesisir. Kualitas dan kuantitas rumput laut yang dihasilkan berkorelasi dengan tingkat pemanfaatannya dan penerimaannya sebagai bahan baku industri. Pengetahuan tentang faktor-faktor ekologi yang mempengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan dan kualitas rumput laut mutlak diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan nilai produksi. Selain itu pengetahuan tersebut juga penting untuk pengelolaan budidaya rumput laut secara berkelanjutan.

Teknik Budidaya Rumput Laut

4.1. Perkembangan Budidaya Rumput Laut

Budidaya rumput laut merupakan kegiatan yang memiliki potensi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir. Beberapa negara di Asia Tenggara seperti di Indonesia dan Filipina membudidayakan rumput laut dengan produksi yang cukup tinggi. *Kappaphycus alvarezii* adalah salah satu jenis makroalga yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat. Morfologi dari spesies ini terlihat sangat cerah dan memiliki banyak cabang. Spesies ini memiliki thallus primer yang besar dengan warna yang lebih gelap dibandingkan thallus cabang yang terlihat lebih cerah. Beberapa spesies lain yang banyak dibudidayakan secara luas di beberapa negara sejak tahun 1971 adalah *Eucheuma striatum*, dan *E. denticulatum*. *E. denticulatum*.

Produksi spesies *Eucheuma* meningkat sangat pesat, pada awalnya kegiatan budidaya pada tahun 1971 dengan bibit awal kurang dari 1000 ton berat kering berkembang menjadi 100.000 ton berat kering. Dua negara di Asia Tenggara yang gencar membudidayakan spesies *E. cottonii* adalah Filipina dan Indonesia. Di Indonesia, budidaya rumput laut mulai berkembang sejak tahun 1985. Sementara itu, beberapa tahun sebelumnya di Pulau Fiji budidaya *K. alvarezii* dimulai pada

tahun 1970. Budidaya *K. alvarezii* tersebut dilakukan secara sederhana menggunakan tiang dan tali kemudian berkembang menjadi metode longline. Pada tempat lainnya yaitu Tuvalu mulai mengembangkan budidaya rumput laut sejak tahun 1977, sedangkan Malaysia mengembangkan budidaya sejak tahun 1978. Di Maladewa, budidaya rumput laut dimulai pada tahun 1986, selanjutnya diikuti oleh India dan Tanzania pada tahun 1989, serta beberapa negara lainnya seperti Vietnam, Brazil, dan Venezuela yang mulai berkembang selama tahun 1990-an.

Seperti halnya kegiatan akuakultur pada umumnya, infrastruktur dan metode budidaya yang digunakan sangat bergantung pada spesies rumput laut dan lingkungan sebagai tempat tumbuh idealnya. Sistem yang paling sederhana seringkali dapat memberikan inspirasi untuk pengembangan lebih lanjut. Contoh rakit apung bambu, kantung jaring (*tube nets*), tali tunggal sederhana (*monoline*), sistem rawai dengan pelampung, dan budidaya lepas dasar tali pancang diilustrasikan pada Gambar 4.1. Sistem yang paling dasar dan padat karya, seperti rakit apung bambu dan budidaya lepas dasar tali pancang biasanya digunakan di daerah tropis pada budidaya *red seaweed* skala kecil. Sistem kantung jaring sederhana digunakan untuk memberikan ketahanan yang lebih baik dari kerusakan akibat hantaman gelombang pada daerah dekat pantai.



Raft Culture



Monoline Culture



Tube net method



Gambar 4.1. Sistem rumput laut sederhana berupa rakit apung, *monoline*, *tube nets*, rawai apung (kiri bawah), budidaya lepas dasar tali pancang. Sumber: Tullberg *et al.* (2022).

Spesies rumput laut lain seperti *Sargassum* spp. hidup mengambang bebas dan hampir semuanya ditemukan liar. Namun saat dibudidayakan bergantung pada rumput laut yang menempel pada beberapa struktur melalui organ "pegangan" yang dimiliki seperti akar. Paparan sinar matahari yang cukup untuk fotosintesis, ketersediaan nutrisi, salinitas, kisaran suhu optimal, oksigen, dan karbon dioksida, propagul rumput laut dapat tumbuh terlepas dari seberapa dalam laut di bawahnya. Hal tersebut juga tergantung pada karakteristik tiap spesies, kecepatan air, aksi gelombang, arus, atau pasang surut, perlu dijaga dalam batas atas untuk menghindari kerusakan dan batas bawah untuk penyerapan dan pertumbuhan nutrisi yang optimal.

4.2. Teknik Budidaya Rumput Laut

Teknik budidaya rumput laut dapat dilakukan menggunakan beberapa metode. Secara umum terdapat tiga metode budidaya rumput laut, yaitu metode lepas dasar (*off bottom method*), metode rakit apung (*floating rack method*), dan metode rawai (*longline method*). Penggunaan metode budidaya tersebut disesuaikan dengan kondisi wilayah dan lingkungan perairan. Kelebihan dan kekurangan masing-masing metode dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Kelebihan dan Kekurangan Metode Budidaya Rumput Laut

No.	Metode Budidaya	Kelebihan	Kekurangan
1	Metode Lepas Dasar (<i>Off Bottom Method</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruksi sederhana • Perawatan cukup mudah • Persiapan tali dapat dilakukan di pantai • Tidak membutuhkan banyak biaya untuk memulai • Dapat menggunakan kayu lokal yang tersedia sebagai patok • Lokasi dapat mudah dijangkau saat surut 	<ul style="list-style-type: none"> • Sulit untuk menemukan area yang bagus • Kemungkinan kehilangan hasil panen saat cuaca buruk • Tidak dapat dipindahkan saat diperlukan • Kemungkinan ditemukan lebih banyak ikan pemakan tumbuhan di sekitar lokasi budidaya • Perlu membuat rak pengering
2	Metode Rakit Apung (<i>Raft or Floating Method</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat dilakukan di perairan dangkal ataupun dalam • Tidak memerlukan dasar perairan yang berpasir • Rakit dapat dipindahkan jika diperlukan 	<ul style="list-style-type: none"> • Mungkin terdapat kesulitan dalam menemukan bambu • Memerlukan bahan pelampung • Rakit kemungkinan dapat pecah atau

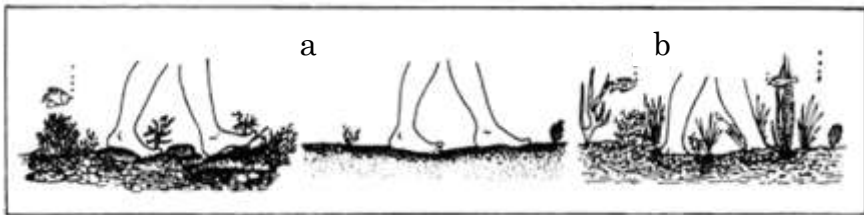
		<ul style="list-style-type: none"> • Sebagian besar penanaman dapat dilakukan di pantai • Tidak perlu membuat rak pengering • Dapat menggunakan kayu lokal untuk membuat rakit • Rumput laut terlihat tumbuh lebih cepat 	<p>tenggelam saat cuaca ekstrim</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rakit dapat rusak oleh motor penggerak kapal • Membutuhkan bantuan orang lain dalam penanganan rakit
3	Metode Rawai (<i>Longline Method</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Penentuan lokasi untuk longline dapat dimana saja • Rumput laut terlihat tumbuh lebih cepat • Longline dapat dipindah dengan mudah jika diperlukan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tali yang digunakan relatif mahal • Penanaman dan pemanenan tidak dapat dilakukan dengan mudah di pantai • Memerlukan biaya untuk membeli pelampung • Longline dapat rusak oleh motor penggerak kapal

Sumber: Foscarini dan Prakash (1990).

A. Metode Lepas Dasar

Metode lepas dasar dikenal dan dikembangkan oleh masyarakat pada lokasi dengan substrat pasir dengan pecahan karang atau karang berpasir yang terlindung dari hempasan gelombang. Perairan yang memiliki dasar berupa pasir putih dan terdapat rumput laut yang tumbuh secara alami merupakan tempat yang baik untuk membudidayakan rumput laut. Jika dasar perairannya ditutupi oleh lamun, rumput laut tidak akan tumbuh dengan baik. Hal ini karena terdapat persaingan dalam menyerap nutrisi dari air sehingga dapat mengganggu pertumbuhan rumput laut. Rumput laut mungkin juga ditutupi oleh rumput laut jenis lain yang tidak diinginkan dan akibatnya, lumpur akan dengan cepat mengendap.

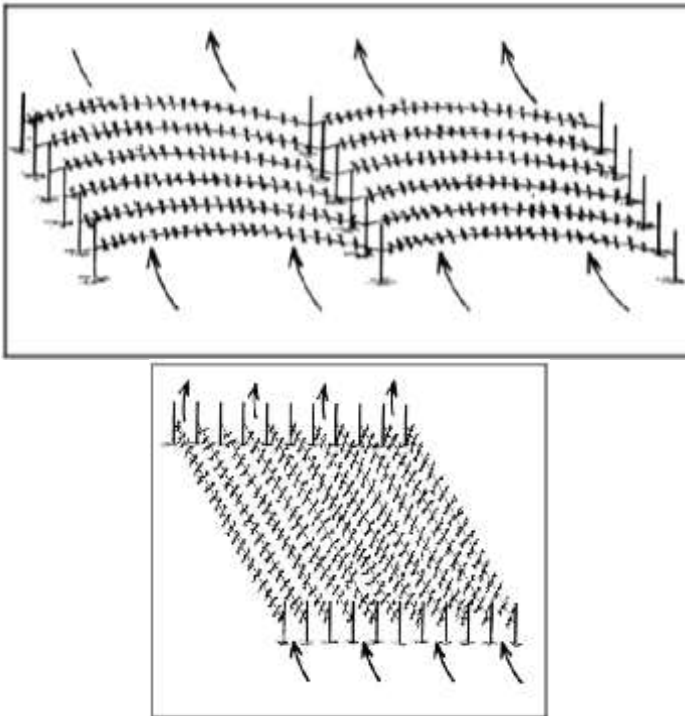
Dasar laut dengan formasi karang keras dan kepala karang bukanlah tempat yang baik untuk melakukan budidaya metode lepas dasar. Di daerah tersebut akan sulit untuk menancapkan patok. Selain itu, ikan pemakan tumbuhan umumnya hidup dan berkumpul di sekitar kepala karang. Dari sini, mereka keluar dari waktu ke waktu untuk memakan rumput laut atau merusaknya. Dasar laut yang berlumpur, juga tidak disarankan untuk lokasi budidaya rumput laut karena lumpur yang akan menutupi rumput laut dan mengganggu pertumbuhannya. Disamping itu juga akan ada beberapa pekerjaan tambahan yang diperlukan untuk mencuci serta menjaga kebersihan rumput laut. Air yang keruh akan membatasi jumlah sinar matahari yang seharusnya mencapai rumput laut. Pada Gambar 4.2 terdapat ilustrasi dasar perairan yang bagus dan tidak bagus untuk membudidayakan rumput laut.



Gambar 4.2. Ilustrasi dasar perairan yang baik dan tidak baik untuk budidaya rumput laut. Keterangan: a. tidak baik, terlalu banyak karang; b. baik, dasar perairan berupa pasir; c. tidak baik, terlalu banyak tanaman lain. Sumber: Foscarini dan Prakash (1990).

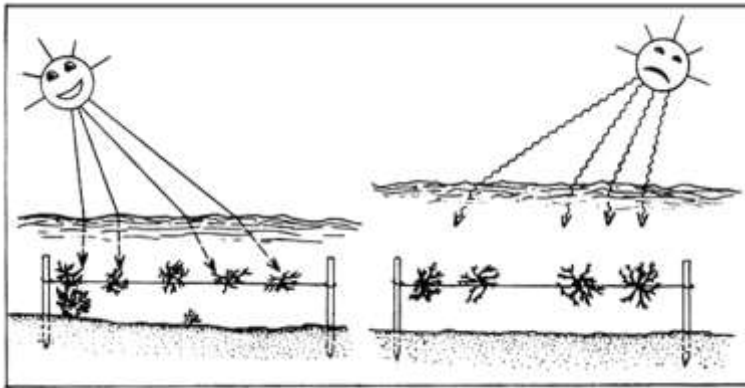
Pergerakan air yang sedang lebih baik daripada arus air yang kuat. Jika arus air terlalu kuat, dapat merusak rumput laut dan bahkan dapat menghanyutkan baris rumput laut dengan menariknya ke bawah pasak. Selain itu, di area yang berarus deras juga akan menghambat pekerjaan petani/pembudidaya. Namun harus dipastikan bahwa ada pertukaran air laut yang konstan seperti saat pergantian musim, pasang surut dan gerakan air yang diciptakan oleh gelombang. Ini akan membawa

nutrisi yang diperlukan kepada rumput laut untuk menunjang pertumbuhannya. Dalam budidaya pertanian apa pun, pasokan nutrisi merupakan faktor penting untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Ini juga berlaku untuk budidaya rumput laut. Karena itu, perlu mempertimbangkan pergerakan air sebagai faktor penting bagi pertumbuhan rumput laut dalam memilih area untuk budidaya. Budidaya rumput laut metode lepas dasar harus ditempatkan sedemikian rupa agar arus air dapat mengalir dengan baik dan tidak berlawanan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Ilustrasi metode lepas dasar yang berlawanan dengan arus laut (kiri) dan yang tidak berlawanan dengan arus laut (kanan). Sumber: Foscarini dan Prakash (1990).

Rumput laut membutuhkan sinar matahari yang cukup untuk pertumbuhannya. Sinar matahari digunakan oleh rumput laut sebagai sumber energi, pertumbuhan dan untuk memproduksi karbohidrat seperti karagenan, zat yang bernilai komersial di dalam rumput laut. Oleh karena itu, sangat penting untuk memiliki banyak sinar matahari. Air laut yang jernih membuat sinar matahari dapat menembus dengan lebih mudah ke tanaman. Inilah sebabnya rumput laut yang ditanam di dekat permukaan laut akan tumbuh lebih cepat dan sehat dibandingkan dengan yang ditanam di dekat dasar laut atau di perairan dalam. Pada Gambar 4.4 terdapat ilustrasi perbedaan kedalaman dalam penerimaan sinar matahari oleh rumput laut.



Gambar 4.4. Ilustrasi faktor kedalaman dapat memengaruhi penerimaan sinar matahari oleh rumput laut. Keterangan: Rumput laut ditanam di perairan dangkal dekat permukaan (30 sampai 50 sentimeter) menerima banyak sinar matahari dan pertumbuhannya akan bagus (kiri) dan rumput laut ditanam di air yang dalam (lebih dari 1 meter dari permukaan laut) tidak mendapatkan cukup sinar matahari dan pertumbuhannya akan rendah (kanan). Sumber: Foscarini dan Prakash (1990).

Ketinggian air paling tidak setinggi lutut pada saat air surut (0,5 meter) yang merupakan kedalaman air minimum yang dibutuhkan untuk budidaya rumput laut. Di perairan yang lebih dangkal rumput laut masih bisa tumbuh, namun akan terpapar

sinar matahari langsung dan angin. Rumput laut yang terkena sinar matahari dan angin, ujung tanaman yang lembut akan hancur dan jika terkena dalam waktu yang lama (2 sampai 3 jam), pemutihan cabang akan dapat terlihat. Ini akan menunjukkan bahwa bagian dari rumput laut telah mati. Akhirnya cabang akan patah dan menjauh dari area yang memutih. Jadi, penting untuk mempertimbangkan kedalaman air saat memilih area budidaya.

Peralatan yang dibutuhkan untuk membuat satu blok ukuran 100m^2 yaitu patok kayu atau bambu panjang 1 m dengan diameter 5cm sebanyak 55 buah, tali polietilen dengan diameter 4mm (tali ris/tali rentang) sebanyak 2kg, tali polietilen dengan diameter 8mm (tali utama) sebanyak 3kg, tali rafia sebanyak 1kg, alat angkut bibit dan hasil panen di air (rakit bambu, ban dalam mobil dan keranjang, atau perahu), serta bibit rumput laut sebanyak 200kg.

Peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk satu blok ukuran $10\text{m} \times 10\text{m}$ (100m^2) adalah sebagai berikut:

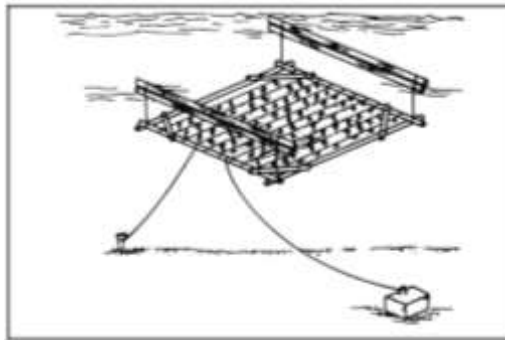
- a. Patok kayu atau bambu panjang 1m dengan diameter 5cm sebanyak 55 buah
- b. Tali polietilen berdiameter 4mm (tali ris/tali rentang) sebanyak 2kg
- c. Tali polietilen berdiameter 8mm (tali utama) sebanyak 3kg
- d. Tali rafia sebanyak 1kg
- e. Alat angkut bibit atau hasil panen di air, seperti rakit bambu, ban dalam mobil dan keranjang, atau perahu/sampan
- f. Bibit rumput laut sebanyak 200kg.

B. Metode Rakit Apung

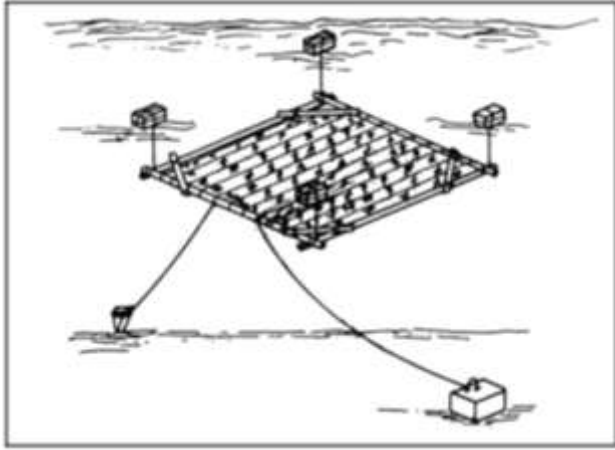
Dalam metode terapung, rumput laut ditempelkan pada beberapa alat/bahan yang membuat rumput laut tetap mengambang; naik dan turun, mengikuti perubahan pasang surut. Dengan metode ini, pastikan rumput laut berada sekitar 50

sentimeter di bawah permukaan air. Alat apung dapat berupa kerangka sederhana yang terbuat dari bambu, kayu bakau, atau kayu lainnya yang tahan lama di air laut. Metode ini dilakukan dengan mengikat empat bambu sepanjang 2,5 meter menjadi bingkai persegi dan merentangkan tali ris dengan ketebalan 3 milimeter di dalam bingkai. Dalam bingkai persegi 2,5 meter, dapat direntangkan hingga 15 jalur tali ris dengan jarak 10 hingga 15 sentimeter. Setiap baris akan membawa 15 ikat rumput laut yang diikat pada tali ris 3 milimeter dengan rafia.

Pada bingkai seperti yang dijelaskan, dapat menanam hingga 225 ikat rumput laut. Dalam metode ini rumput laut dapat diikat di pantai dengan meletakkan rakit di atas penyangga (drum minyak atau tiang kayu). Dengan cara ini akan mudah untuk mengikat bibit ke tali. Rangka apung persegi, harus ditambatkan atau diikatkan pada jangkar ke dasar laut seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5. Saat rumput laut mulai tumbuh dan menjadi lebih berat, rangka akan tenggelam. Untuk menghindari hal ini, pastikan untuk memasang bambu ekstra atau pelampung pada bingkai. Pelampung bisa dibuat sederhana dari styrofoam atau tas/kantong berisi kelapa tanpa kulit (Gambar 4.6).



Gambar 4.5. Kerangka apung dengan tambahan bambu untuk menjamin daya apung yang cukup. Sumber: Foscarni dan Prakash (1990).



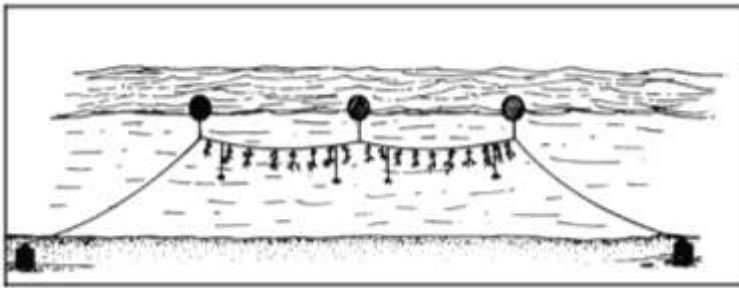
Gambar 4.6. Penggunaan bahan pelampung lainnya untuk memastikan daya apung yang cukup. Sumber: Foscarini dan Prakash (1990).

Metode rakit apung merupakan metode budidaya rumput laut yang dilakukan pada perairan yang lebih dalam. Bibit rumput laut diikat pada tali ris yang kemudian tali ris tersebut diikatkan pada rakit apung berupa bambu. Satu unit rakit apung memiliki ukuran 2,5 m x 5 m dan dirangkai menjadi satu dengan unit lainnya. Peralatan dan bahan yang diperlukan untuk membuat satu rangkaian yang terdiri dari 5 unit rakit apung ukuran 2,5 m x 5 m dengan jarak tanam 25cm x 25cm adalah sebagai berikut:

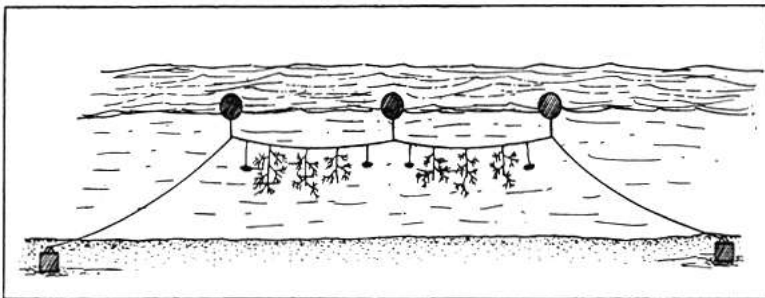
- a. Bambu besar dengan diameter 10-15cm sebanyak 15 batang
- b. Tali ris polietilen diameter 4mm sebanyak 4kg
- c. Tali jangkar polietilen diameter 10cm sebanyak 20kg (tergantung kedalaman perairan pada lokasi budidaya)
- d. Jangkar, patok kayu, atau bambu pemberat sebanyak 3 buah
- e. Tali rafia satu gulung kecil (0,25kg)
- f. Peralatan lainnya, seperti keranjang, pisau, dan sampan.

C. Metode Rawai/ Longline

Metode longline mirip dengan metode rakit apung dalam beberapa bagian. Rumput laut digantung pada tali yang digantung pada pelampung. Namun, dalam metode ini, tali utamanya lebih tebal; berdiameter sekitar 10 hingga 15 milimeter. Tali ini diikatkan pada pelampung plastik atau bambu yang dipasang dengan jarak 4 sampai 5 meter dan diikatkan pada kedua ujungnya. Potongan rafia yang menahan rumput laut, bisa diikat ke tali utama dengan dua cara. Cara paling sederhana, tali rafia diikat langsung ke tali utama (Gambar 4.7) dan yang kedua adalah menggunakan potongan tali tambahan, panjang 0,5 sampai 1 meter, yang diikat ke tali utama dan tali rafia dapat diikatkan pada tali tambahan tersebut (Gambar 4.8).



Gambar 4.7. Tali rafia langsung diikatkan pada tali utama.
Sumber: Foscarini dan Prakash (1990).



Gambar 4.8. Tali rafia diikatkan pada tali tambahan yang diikat pada tali utama. Sumber: Foscarini dan Prakash (1990).

Hal yang menjadi catatan adalah rumput laut harus digantung di dekat permukaan air untuk menerima sinar matahari yang cukup. Kedalaman yang digunakan sekitar 0,5 meter di bawah permukaan air. Seperti yang dijelaskan dalam dua metode pertama yaitu jalur tali dapat disiapkan di pantai. Namun dalam metode long line, jika jalur tali dipersiapkan di pantai, akan sulit untuk meregangkannya karena berat dan mudah kusut. Jika demikian, maka akan kehilangan beberapa ikatan rumput laut. Sehingga disarankan untuk mengikat bibit rumput laut ke tali utama yaitu setelah tali diregangkan dan digantung dengan pelampung.

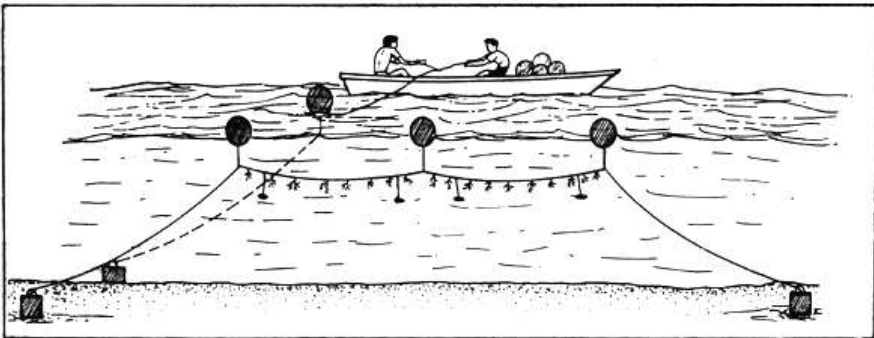
Metode rawai merupakan metode yang paling banyak diminati oleh para pembudidaya rumput laut karena kelebihannya yang fleksibel dalam pemilihan lokasi. Adapun teknik budidaya rumput laut dengan metode rawai adalah sebagai berikut:

- a. Ikat bibit rumput laut pada tali ris dengan jarak 25cm dan panjang tali ris mencapai 50-75m yang direntangkan pada tali utama (diameter 10mm).
- b. Ikatkan tali jangkar (diameter 10mm) pada kedua ujung tali utama yang di bawahnya sudah diikatkan pada jangkar, batu karang, atau batu pemberat lainnya
- c. Untuk mengapungkan rumput laut, ikatkan pelampung dari styrofoam, botol polietilen (600ml), atau pelampung khusus pada tali ris
- d. Ikat pelampung-pelampung tersebut dengan tali penghubung ke tali ris sepanjang 10-15cm supaya rumput laut tidak mengapung di permukaan dan tanaman diupayakan tetap berada pada kedalaman 10-15cm di bawah permukaan air laut. Pada minggu ke empat sampai panen, pada tali ris diberikan beban tambahan supaya tanaman berada pada kedalaman 30-40cm. Pada satu bentangan tali utama, dapat diikatkan beberapa tali ris dengan jarak antar

tali ris sepanjang 1m. Hal ini bertujuan untuk mengantisipasi beradunya tali ris akibat gelombang atau arus laut.

Peralatan dan bahan yang diperlukan untuk satu blok yang terdiri dari 6 rentangan tali ris dengan luas satu blok 5m x 50m (panjang tali ris 50m dengan jarak antar tali ris 1m) antara lain:

- a. Tali ris polietilen diameter 8mm sebanyak 8kg
- b. Tali jangkar dan tali utama polietilen diameter 10mm sebanyak 4,5kg tergantung kedalaman dasar perairan
- c. Jangkar, patok kayu, atau batu pemberat sebanyak 4 buah
- d. Tali rafia satu gulung kecil sebanyak 3kg
- e. Bibit rumput laut sebanyak 150kg (1.500 rumpun @100gram)
- f. Pelampung utama sebanyak 6-8 buah
- g. Pelampung kecil botol polietilen sebanyak 200 buah
- h. Peralatan lainnya seperti keranjang, pisau, dan sampan.



Gambar 4.9. Kelengkapan unit budidaya rumput laut sistem longline. Sumber: Foscarini dan Prakash (1990).

4.3. Pengembangan Teknik Budidaya

Rumput laut dihargai sebagai makanan di banyak bagian Asia dan di negara-negara barat. Rumput laut juga digunakan untuk menghasilkan pakan ternak, bahan kimia, kertas, pupuk,

biofuel, dan produk turunan terbarukan lainnya, dan bahkan untuk menguji toksisitas biologis bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Salah satu tujuan pengembangan akuakultur yang berkelanjutan adalah untuk memastikan bahwa akuakultur komersial memiliki dampak merugikan yang minimal terhadap lingkungan. Salah satu cara untuk mencapai tujuan ini adalah melalui pengembangan metode pengelolaan limbah yang lebih baik untuk akuakultur darat dan pesisir/lepas pantai. IMTA menggabungkan akuakultur yang diberi pakan (misalnya ikan atau udang) dengan akuakultur ekstraktif (rumput laut dan kerang) untuk menciptakan ekosistem yang lebih seimbang.

Teknologi budidaya rumput laut telah berkembang secara dramatis selama beberapa dekade terakhir, namun masih ada tantangan yang harus diatasi. Pengembangan strain baru dengan alat pemuliaan canggih adalah tantangan yang paling mendesak. Strain unggul akan memungkinkan pembudidaya untuk memperluas musim tanam dan meningkatkan produksi. Mempertimbangkan tantangan iklim global, pengembangan strain termo-toleran mungkin diperlukan. Juga strain dengan resistensi penyakit, pertumbuhan cepat, konsentrasi molekul yang diinginkan tinggi, pengurangan organisme fouling juga perlu dikembangkan. Pengembangan teknologi budidaya maju yang lebih kuat dan sistem budidaya yang hemat biaya sangat penting. Sistem baru ini akan menjadi lebih kritis untuk lingkungan lepas pantai yang sangat terbuka karena sebagian besar budidaya rumput laut terjadi di dekat pantai. Dengan akuakultur lepas pantai, desain dan pendekatan baru untuk budidaya makroalga akan diperlukan, termasuk pengembangan strain, pemanenan, transportasi, dan pemrosesan. Sistem akuakultur lepas pantai dapat memanfaatkan solusi material dan teknik baru, teknologi otonom dan robotik, serta kemampuan penginderaan dan pemantauan tingkat lanjut.

Menentukan Lokasi Budidaya Rumput Laut

5.1 Pengantar

Komoditas budidaya perikanan yang unggul memiliki banyak peluang pasar serta bernilai ekonomi tinggi yaitu salah satunya Rumput laut. Komoditas ini diminati baik nasional maupun tujuan pasar ekspor. Tidak hanya bernilai ekonomis, rumput laut juga baik untuk kesehatan dan gizi manusia. Di Indonesia sendiri penggunaan rumput laut untuk permulaannya dimulai dengan industri untuk industri agar-agar (*Gelidium* dan *Gracilaria*) (*Rhodophyta*) kemudian untuk industri kerajinan tangan (*Eucheuma*) (*Rhodophyta*), dan industri alginat (*Sargassum*) (*Ochrophyta*, *Phaeophyceae*). Agar dari genus *Gelidium* dapat digunakan untuk aplikasi kegiatan farmasi, sedangkan agar dari genus *Gracilaria* digunakan sebagai bahan industri makanan.

Budidaya rumput laut merupakan kegiatan budidaya berbasis air dan merupakan sistem terbuka dengan sedikit pembatasan interaksi antara unit budidaya dan lingkungan perairan. Selain itu, sistem akuakultur berbasis air umumnya beroperasi di badan air yang merupakan akses terbuka untuk transportasi dan penangkapan ikan sehingga perairan umum bersifat multifungsi, maka dapat dengan mudah terdampak atau terjadi pencemaran akibat polutan yang berasal dari limbah transportasi laut, limbah dari daratan dan berbagai sumber polutan lainnya.

Letak geografis dan kualitas air merupakan penunjang keberhasilan budidaya rumput laut. Pencemaran yang disebabkan oleh faktor internal dan eksternal dapat mempengaruhi kualitas air budidaya rumput laut karena air memiliki sifat yang dinamis. Dalam meningkatkan budidaya rumput laut dibutuhkan suatu kegiatan perencanaan tata ruang dan zonasi wilayah kegiatan budidaya perikanan dapat berlangsung dan berkelanjutan dengan penentuan lokasi budidaya yang baik dan benar.



Gambar 5.1 Budidaya rumput Laut (sumber : www.agroindustri.id)

Pengelolaan sumberdaya perairan termasuk budidaya rumput laut berfungsi sebagai sarana dalam mendukung perikanan yang berkelanjutan sehingga peningkatan ekonomi masyarakat pesisir dapat terwujud dengan tetap mengedepankan aspek kesehatan lingkungan perairan. Diharapkan pemanfaatan ruang perairan laut sebagai tempat budidaya rumput laut dengan konsep berkelanjutan dapat menghindari kerusakan lingkungan pada aspek lainnya seperti daerah nursery ground ikan, fishing ground, spawning ground, mangrove, padang lamun, terumbu karang (Puspita, 2017).

Salah satu penunjang keberhasilan budidaya rumput adalah lokasi tempat dilakukan pemeliharaan. Lokasi budidaya rumput laut harus mempertimbangkan aspek sosial, budaya,

ekonomi serta aspek potensi sumberdaya (fisik, kimia, biologi), infrastruktur penunjang serta peraturan daerah. Beberapa aspek pertimbangan budidaya rumput tersebut merupakan syarat keberlanjutan usaha sehingga diharapkan masyarakat yang bergelut dibidang usaha ini tetap eksis serta menciptakan suasana lingkungan masyarakat yang bersahabat serta mempertimbangkan kelestarian lingkungan perairan.

Tabel 5.1 Pemanfaatan perairan wilayah pesisir

Pemanfaatan Umum	Konservasi	Alur Laut
1. Budidaya Rumput Laut	1. Konservasi Perairan pesisir	Alur pelayaran
2. Industri Migas dan PKT	2. Sempadan Pantai	
3. PLTU		
4. Pelabuhan		
5. Pariwisata		
6. Perikanan Statis (Belat)		

Sumber : (Mujio *et al.*, 2016b)

5.2 Analisis Sosial, Budaya dan Ekonomi Lokasi Budidaya rumput laut

Peningkatan usaha budidaya rumput laut di suatu wilayah perairan memiliki beberapa unsur yang perlu diperhatikan misalnya sosial, budaya dan ekonomi masyarakat sehingga kegiatan ini tidak hanya bermaksud mencari keuntungan dan meningkatkan produktifitas tetapi juga memperhatikan kepentingan bersama mulai dari kepentingan sosial ekonomi serta kepentingan budaya masyarakat. Aspek ini akan menjadi penting dimasyarakat agar cipta suasana masyarakat saling peduli dan gotong rotong sehingga keberlanjutan usaha budidaya di kawasan masyarakat pesisir

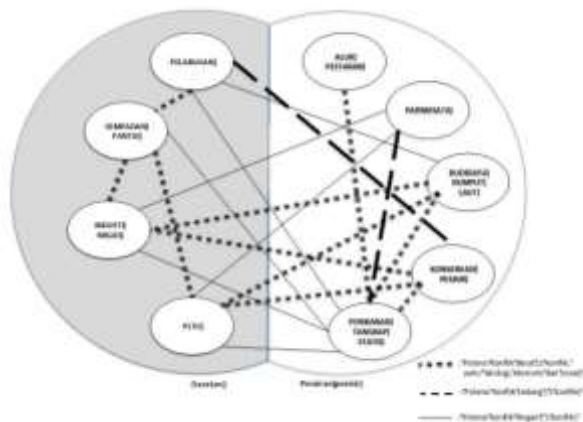
terus terjaga dan terhindar dari konflik antar kelompok pembudidaya. Kearifan lokal dilingkungan masyarakat pembudidaya rumput laut diharapkan akan selalu terjalin sehingga perekonomian berjalan baik dan menghasilkan rumput laut yang bermutu tinggi. Kelompok masyarakat yang terlibat langsung dalam pemanfaatan kawasan pesisir yaitu nelayan dan pembudidaya. Kesejahteraan masyarakat pesisir akan tercipta sesuai harapan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya perairan dengan baik dan bijak sehingga tidak terjadi komplik antar masyarakat (Nurwidodo *et al.*, 2018).

Kegiatan budidaya rumput laut jenis *Echeuma* sp. umumnya dilakukan pada daerah pesisir yang penghuninya didominasi oleh masyarakat nelayan. Mata pencaharian utama masyarakat pesisir yaitu penangkapan ikan yang secara turun temurun dilakukan dengan metode penangkapan yang tidak banyak mengalami perubahan dari waktu ke waktu. Faktor sosial budaya masyarakat nelayan yang terus dipertahankan dalam proses penangkapan ikan menjadi salah satu penyebab ilmu dan teknologi penangkapan ikan menjadi sulit diaplikasikan masyarakat, sehingga perekonomian di wilayah pesisir tidak berjalan baik seperti pada daerah perkotaan.

Pemanfaatan wilayah pesisir sebagai kawasan produktif untuk perekonomian masyarakat pesisir harus dilakukan perencanaan yang mendalam agar dikemudian hari tidak terjadi konflik diantara masyarakat. Menurut UU No. 27 tahun 2007 tentang pengelolaan pesisir dan pulau-pulau kecil bahwa wilayah pesisir merupakan peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut. Berdasarkan pengertian UU No. 27 tahun 2007 maka perlu adanya perencanaan melalui pendekatan kewilayahan untuk keberlanjutan sumberdaya alam di wilayah pesisir. Pendekatan tersebut merupakan suatu hal yang kompleks yang memiliki keterkaitan antara fenomena sosial budaya, ekologi dan ekonomi (Mujio *et al.*, 2016b). Kawasan pesisir adalah wilayah aktifitas

manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan yang sangat signifikan baik secara alami maupun buatan sehingga diperlukan penataan ruang agar pemanfaatan pengguna sumberdaya dan lingkungan terhindar dari berbagai konflik (Tuda, Stevens and Rodwell, 2014). Konflik wilayah pesisir dapat berawal dari aspek ekologi selanjutnya akan mengarah ke konflik sosial budaya dan selanjutnya akan bermuara pada konflik ekonomi (Mujio *et al.*, 2016b). Selain itu, konflik dapat terjadi di wilayah pesisir karena tidak adanya stekholder yang berperan sebagai kordinator dalam penyusunan kebijakan utamanya pemerintah terkait.

Contoh kasus konflik yang dapat terjadi di kawasan pesisir jika budidaya rumput laut bersandingan dengan kegiatan konservasi dan kegiatan penangkapan ikan. Selanjutnya kegiatan PLTU dan kegiatan MIGAS berpotensi menimbulkan konflik ekologi, sosial dan ekonomi yang berdampak besar pada wilayah pesisir. Selain itu, kegiatan jalur pelayaran yang berdampingan dengan perikanan tangkap berpotensi terjadi konflik berat (Gambar 5.2)



Gambar 5.2 Contoh kasus pemetaan konflik di wilayah perairan pesisir (sumber : Mujio *et al.*, 2016a)

Untuk mencegah terjadinya konflik pemanfaatan wilayah pesisir maka dibutuhkan kolaborasi antar stekholder untuk

membuat suatu penyusunan arah kebijakan yang berkelanjutan. Stakeholder tersebut meliputi pemerintah, kelompok industri/swasta, pariwisata, kelompok nelayan dan kelompok pembudidaya rumput laut. Kesesuaian lokasi pemeliharaan rumput laut harus memiliki aturan yang sepakati bersama dengan standar yang ditentukan. Lokasi budidaya rumput laut membutuhkan tempat yang sesuai dengan kelangsungan hidupnya misalnya kualitas air yang baik, terlindung dari gelombang besar, terhindar dari bahan kimia, terhindar dari predator (ikan karang dan penyu), terhindar dari aktifitas rutin manusia (jalur pelayaran dan penangkapan ikan).

Adanya eksploitasi wilayah pesisir baik dataran maupun sumberdaya perairan yang berlebihan juga menjadi pemicu dalam penurunan hasil tangkapan ikan. Perlu adanya upaya dalam meningkatkan perekonomian masyarakat pesisir dan tidak ketergantungan terhadap hasil tangkapan ikan. Dibutuhkan pekerjaan sampingan ketika hasil tangkapan menurun atau terjadi cuaca buruk. Budidaya rumput laut jenis *Echeuma* sp. merupakan salah satu bidang usaha budidaya perairan yang memiliki potensi dalam meningkatkan perekonomian masyarakat pesisir. Budidaya rumput laut yang dilaksanakan oleh masyarakat pesisir relatif mudah dilakukan serta modal yang digunakan masih terjangkau. Kegiatan budidaya ini dapat dikelola bersama anggota keluarga seperti istri nelayan dan anaknya. Keterlibatan anggota keluarga dalam usaha budidaya rumput laut menjadi hal positif karena dapat mengefesiesikan tenaga kerja sehingga keuntungan budidaya rumput laut menjadi lebih tinggi.

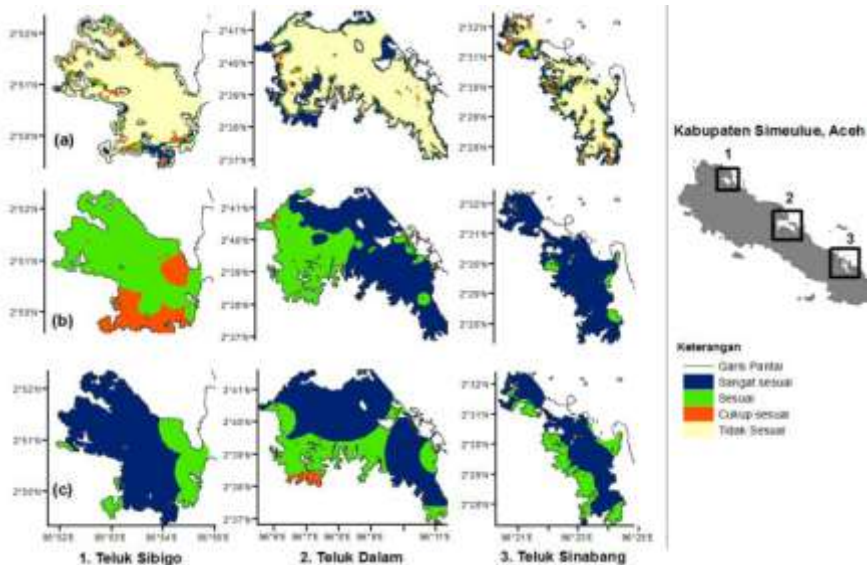


Gambar 5.3 Kelompok keluarga pembudidaya rumput laut
(sumber : www.timesindonesia.co.id)

Kegiatan budidaya rumput laut di daerah pesisir menjadi salah satu penopang perekonomian masyarakat. Selain itu, lokasi budidaya rumput laut menjadi hal yang perlu dipertimbangkan agar kegiatan budidaya dapat dilakukan setiap saat. Pemeliharaan rumput laut memiliki potensi dikembangkan pada wilayah perairan yang terlindung dari arus serta gelombang yang besar misalnya pada daerah bentangan pulau.

5.3 Analisis Sumberdaya Untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut

Sumberdaya perairan yang tergolong dapat dipulihkan yang pengembangannya salah satunya adalah jenis rumput laut yang ditemukan pada wilayah pesisir. Sumberdaya yang dapat dipulihkan artinya memiliki sifat terbaharukan melalui mekanisme alamiah. Memaksimalkan pengelolaan sumberdaya rumput laut dapat mendukung kesejahteraan masyarakat pesisir.



Gambar 5.4 Fisik dan geografi wilayah pesisir untuk budidaya rumput laut (a), kualitas perairan (b), dan sosial infrastruktur (c) di Teluk Sibigo, Teluk Dalam, dan Teluk inabang Kabupaten Simeulue, Aceh (Sumber : Radiarta, Erlania and Haryadi, 2018)

Suatu kawasan pengembangan sumberdaya perikanan laut termasuk rumput laut harus memperhitungkan kesesuaian perairan melalui perencanaan spasial yaitu berperan dalam proses pemilihan wilayah yang baik untuk usaha pemeliharaan rumput laut. Jika perencanaan spasial ini terlaksana sesuai mekanisme yang ada maka kegiatan budidaya perikanan laut secara umum akan terintegrasi dengan perencanaan berkelanjutan meliputi konservasi laut, manajemen, regulasi, Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi budidaya perikanan laut yaitu geografis, infrastruktur, sosial, ekonomi, kondisi perairan serta pemanfaatan sumberdaya lainnya dan analisis yang direncanakan dengan metode pendekatan budidaya perikanan laut berbasis ekosistem.

Pendekatan perencanaan lokasi budidaya rumput laut minimal mempertimbangkan tiga hal yaitu geografis wilayah,

kualitas air dan sosial infrastuktur. Tiga pendekatan perencanaan tersebut menjadi bahan evaluasi layak atau tidaknya suatu perairan dalam pengembangan budidaya rumput laut. Kualitas sumberdaya perairan berbeda-beda setiap lokasi perairan untuk pengembangan rumput laut misalnya pada daerah perairan Kabupaten Simeulue, Aceh yang dilakukan pengamatan pada 3 lokasi perairan menunjukkan hasil berbeda tiap lokasi yang tertera pada Tabel 5.1.

Tabel 5.2 Kelayakan lokasi budidaya rumput laut pada pengamatan lokasi yang berbeda

Parameter	Luasan berdasarkan tingkat kesesuaian (ha)			
	Sangat sesuai	Sesuai	Cukup sesuai	Tidak sesuai
Teluk Sibigo				
Fisik dan geografi	159	82	107	1.113
Kualitas air	0	1.102	359	0
Sosial infrastruktur	1.152	309	0	0
Kesesuaian rumput laut	159	82	107	1.113
Teluk Dalam				
Fisik dan geografi	808	202	212	3.009
Kualitas air	2.538	1.680	13	0
Sosial infrastruktur	2708	1.434	89	0
Kesesuaian rumput laut	808	202	212	3.009
Teluk Sinabang				
Fisik dan geografi	684	231	270	1.036
Kualitas air	2.088	133	0	0

Sosial infrastruktur	1.470	751	0	0
Kesesuaian rumput laut	684	231	270	1.036

Sumber : (Radiarta, Erlania and Haryadi, 2018)

Pengembangan dan perencanaan budidaya rumput laut di Indonesia masih memiliki berbagai permasalahan dan hambatan misalnya perairan yang tidak sesuai dengan pertumbuhan rumput laut serta kualitas air yang tidak sesuai. Hal yang perlu diperhatikan dalam menanggulangi permasalahan tersebut adalah dengan pemanfaatan teknologi untuk menentukan lokasi yang sesuai (keterlindungan, kedalaman dan kecepatan arus) penggunaan bibit yang unggul, menggunakan metode budidaya yang tepat serta akses pasar harus diperhitungkan (Afandi dan Musadat). Analisis sumberdaya perairan sebelum melaksanakan kegiatan budidaya rumput menjadi salah satu kunci keberhasilan kegiatan usaha ini serta harus mempertimbangkan aspek keberlanjutan agar kegiatan budidaya rumput tetap eksis setiap saat dan bukan sekedar kegiatan musiman atau ikut-ikutan.

5.4 Kesimpulan

Budidaya rumput laut merupakan kegiatan yang umumnya dilaksanakan pada daerah pesisir yang merupakan salah satu unit usaha masyarakat pesisir dalam menunjang ekonomi. Masyarakat pesisir umumnya berprofesi sebagai nelayan dan tidak dapat melakukan penangkapan ikan setiap saat karena cuaca buruk, hasil tangkap yang berkurang dan lain-lain. Budidaya rumput merupakan suatu usaha sampingan yang dapat menunjang perekonomian masyarakat pesisir. Kegiatan budidaya rumput laut harus mempertimbangkan lokasi budidaya yang tepat sesuai kelangsungan hidupnya serta terhindar dari aktifitas rutin manusia misalnya pelayaran, penangkapan ikan, industry, pariwisata dan penambangan.

Kebijakan berbagai stekholder dibutuhkan untuk mengambil langkah bijak dan terarah untuk menghindari konflik dimasyarakat terkait pemanfaatan ruang laut.

Pembibitan

6.1. Pengantar

Rumput laut yang juga disebut sebagai makroalga atau ganggang yang dapat hidup pada salinitas yang tinggi (perairan payau dan laut) memiliki banyak potensi. Budidaya rumput laut dikembangkan dengan berbagai metode di perairan bersalinitas tinggi. Rumput laut yang diproduksi dari hasil budidaya digunakan untuk bahan pangan, kosmetik, obat-obatan, dan sebagainya.

Potensi budidaya rumput laut sangat tinggi di Indonesia. Namun terkadang terdapat beberapa kendala dalam budidayanya, diantaranya:

- Penyediaan bibit berkualitas yang masih rendah

Penanaman bibit dari bibit sebelumnya (kualitas dan hasil produksinya menurun)

- Penurunan mutu genetik

Hal ini disebabkan oleh seleksi yang kurang baik dikarenakan keturunannya yang dekat sehingga mutu genetiknya menjadi rendah apabila menggunakan bibit seperti itu)

- Transportasi

Rumput laut yang rentan patah biasanya diakibatkan oleh gesekan, tekanan, maupun gerakan lainnya yang dapat menyebabkan kerusakan terhadap rumput laut. Dibutuhkan pula media transportasi yang tepat untuk menjaga kondisi kesegaran bibit.

Peningkatan mutu genetik rumput laut dapat dilakukan dengan cara pemuliaan dan pengkayaan pembibitan melalui teknik kultur jaringan, sehingga didapatkan bibit yang memiliki kualitas yang sangat baik. Bibit yang berkualitas mampu meningkatkan produksi berkali lipat dalam jangka waktu yang lebih singkat dan produksinya sangat tinggi.

Budidaya rumput laut tidak lepas dari suatu sinergitas kegiatan yang berkesinambungan, seperti penyediaan sarana prasarana yang memadai, pengawasan terhadap penyakit, hingga penyediaan bibit yang berkualitas (unggul). Penyediaan bibit sangat penting dilakukan karena merupakan kunci keberhasilan dalam budidaya rumput laut.

6.2. Ciri Bibit Unggul

a. Spesies *Eucheuma cottoni* atau *Kappaphycus alvarezii*

Pemilihan bibit didasarkan pada SOP dengan beberapa pertimbangan dalam penyediaan bibit rumput laut jenis kotoni harus memiliki kriteria di bawah ini:

- Berumur 25-30 hari
- Bobot 50-100g pada tiap titik ikat (tiap rumpun)
- Thallus bercabang banyak (minimal bercabang 3)
- Diameter thallus utama minimal 0,5 cm (dapat diukur dengan menggunakan alat jangka sorong)
- Thallus bertunas runcing dan rimbun
- Warna cerah
- Pertumbuhan baik

- Kondisi segar
- Bersih (terhindar dari kotoran maupun organisme yang menempel pada thallus)
- Sehat (tidak terserang penyakit seperti bercak-bercak putih (*ice-ice disease*), tidak luka dan tidak terkelupas)
- Thallus tidak mudah patah
- Tidak lembek (hancur)
- Ukurannya homogen.(seragam)
- Bentuknya proporsional

Berdasarkan SNI 7672:2011, cara menjaga agar bibit tidak mengalami kerusakan, penanganannya harus dilakukan secara hati-hati, diantaranya: bibit tidak terkena cairan pengganggu (seperti air tawar, air hujan maupun minyak), tidak terkena cahaya matahari secara langsung selama 2 jam (bibit juga harus dihindarkan dari sumber panas), menjaga bibit agar terhindar dari tumpukan benda maupun permukaan yang kasar agar tidak terjadi luka akibat gesekan, menjaga bibit agar tetap dalam kondisi lembab, bertempat di lokasi yang teduh dan terlindung dari angin.

b. Spesies *Gracilaria verrucosa*

Beberapa hal persyaratan bibit rumput laut jenis *gracilaria* yang baik untuk dibudidayakan harus memenuhi kriteria di bawah ini, diantaranya:

- Berumur 25-30 hari
- Thallus memiliki panjang minimal 10 cm
- Thallus memiliki cabang minimal 10 buah
- Thallus memiliki diameter minimal 0,5 mm
- Pertumbuhan bobot minimal 5 kali lipat dari bobot awal (masa pemeliharaan 25-30 hari)

- Warnanya coklat mengkilap
- Thallus dalam kondisi segar
- Thallus tidak berlendir
- Thallus tidak bau amis
- Thallus memiliki tekstur yang elastis (tidak mudah patah)
- Thallus memiliki bentuk silindris
- Ujung thallus runcing (juga memiliki cabang yang tidak beraturan dan memusat pada bagian pangkal)
- Thallus dalam kondisi sehat (terhindar dari penyakit dan kotoran serta organisme penempel)

6.3. Teknik Pembibitan

Teknik yang digunakan dalam kegiatan pembibitan rumput laut secara konvensional terbagi menjadi 2 yaitu dengan teknik fragmentasi thallus, spora dan kultur jaringan.

a. Teknik Fragmentasi

Cara pembibitan dengan teknik fragmentasi dikenal juga dengan penyetekan (stek). Teknik seperti ini seringkali banyak digunakan oleh pembudidaya rumput laut karena sangat sederhana dalam pengerjaannya, yaitu hanya dengan cara memotong thallus lalu ditanam kembali menjadi bibit / tanaman baru. Namun, dalam hal ini harus lebih fokus pada pemilihan bibit yang digunakan sebagai kultivan, terutama pada saat seleksi. Proses penyeleksian ini memerlukan jumlah bibit yang banyak untuk diseleksi dan waktu yang tepat karena hal demikian dipengaruhi lingkungan budidaya yang menjadi ancaman keberlangsungan budidaya. Adapun cara yang dapat dilakukan dalam memilih bibit yang baik, dengan 2 cara yaitu seleksi secara langsung maupun seleksi secara populasi. Seleksi secara langsung dapat dilakukan dengan memilih bibit berkualitas

baik yang berumur 25-30 hari dengan karakter yang sehat, segar, rimbun dan terdapat banyak calon thallus dalam satu individu bibit. Namun, kelemahannya jika bibit yang digunakan sebagai kultivan tersebut berasal dari bibit sebelumnya secara terus menerus (berulang) maka kualitas bibit akan menurun. Sedangkan pada seleksi populasi terbagi menjadi beberapa seleksi berdasarkan laju pertumbuhan dan varietasnya, seleksi ini dilakukan dengan menyeleksi bibit di kawasan populasi budidaya tertentu seperti pada luasan lahan budidaya yang telah disiapkan untuk produksi bibit berkualitas baik (unggul). Seleksi varietas adalah teknik sederhana dimana calon bibit diambil dari alam maupun dari hasil budidaya. Calon bibit yang akan diseleksi berbobot 50 gram dan untuk perbanyak bibitnya dibutuhkan lahan seluas 50x40 m². Dengan adanya kegiatan seleksi bibit ini dapat meningkatkan pertumbuhan sebesar 2,92% per hari dibandingkan dengan tanpa dilakukannya seleksi.

Menurut Pong-Masak dan Sarira (2018), teknis seleksi bibit rumput laut jenis *Kappaphycus alvarezii* seperti berikut:

- Rumput laut berumur 30 hari dijadikan populasi stok indukan baru (G-0)
- Indikator seleksi berupa laju pertumbuhan harian (LPH), dilakukan seleksi pada 10% LPH tertinggi di tiap siklus pemeliharaan, sedangkan yang afkir dijadikan bibit kontrol internal.
- Semua rumpun ditimbang, seleksi 10% LPH tertinggi sebagai bibit awal untuk siklus selanjutnya (G-1)
- Dipelihara lagi 30 hari lalu diseleksi (G-2), dan seterusnya hingga mendapatkan G-3.
- Seleksi akan selesai dilakukan hingga jumlah bibit rumput laut afkir semakin sedikit

- Bibit rumput laut hasil seleksi diperbanyak

b. Teknik Spora

Teknik spora yang dilakukan adalah dengan pemanfaatan sebagian siklus hidup rumput laut (perkembangbiakan dengan spora). Teknik ini dapat dilakukan skala laboratorium dengan wadah akuarium. Rumput laut yang telah mempunyai karpospora (tonjolan pada thallus) lalu diambil sporanya. Pelepasan spora dapat dilakukan dengan menggantungkan thallus rumput laut di bawah permukaan air selama 3 hari sehingga spora lepas dan dapat menempel pada substrat. Spora tumbuh lebih dari 14 hari dengan ukuran sekitar 2-3 cm dan siap diaklimatisasi di perairan laut (Heranti, 2018).

c. Teknik Kultur Jaringan

Salah satu cara yang bisa diterapkan dalam produksi bibit rumput laut yang berkualitas baik yaitu melalui kultur jaringan (kultur kalus) dengan penggunaan eksplan dari thallus. Teknik kultur jaringan merupakan kultur eksplan (fragmen thallus) secara aksenik dalam media air yang telah diberi zat pengatur tumbuh (ZPT) dan zat pengkaya yang berefek regenerasi. Kultur thallus diinkubasi di rak kultur selama 8 minggu pada suhu sekitar 25°C, intensitas cahaya 1500 lux, fotoperiodik 12 jam (gelap-terang). Tiap minggu media kultur diganti dan pada saat itu juga dilakukan perhitungan jumlah eskplan yang hidup (ditandai dengan warna hijau/cokelat cerah dan tidak ada bercak putih) (Fadilah dan Pratiwi, 2016).

Teknik kultur jaringan ini dapat meningkatkan kualitas bibit dan mempermudah propaasi (perbanyak) bibit rumput laut. Meski agak *tricky*, namun lebih efektif karena dapat menghasilkan banyak calon bibit. Penerapan teknik kultur jaringan ini mampu menjamin penyediaan bibit

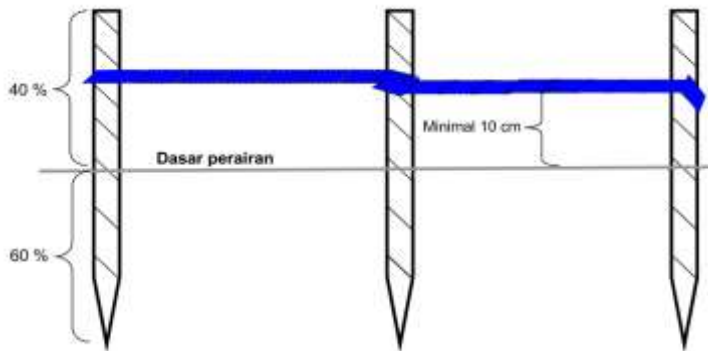
unggul, menghasilkan bibit yang tumbuh lebih cepat dan seragam.

6.4. Metode Produksi Bibit

Metode untuk produksi bibit rumput laut dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya: metode lepas dasar, metode rawai / *long line*, metode sebar di tambak dan metode kantong. Masing-masing metode tersebut akan dijelaskan di bawah ini.

a. Metode Lepas Dasar

Berdasarkan SNI 7673.1:2011, metode lepas dasar merupakan salah satu cara budidaya rumput laut yang berada di atas dasar perairan (dalam kondisi terendam air sekitar 20-50 cm saat surut terendah) menggunakan tali yang diikatkan pada patok (bambu, kayu ataupun besi sebagai pancang) dan dipasang teratur, seperti pada Gambar 1.6 di bawah ini.

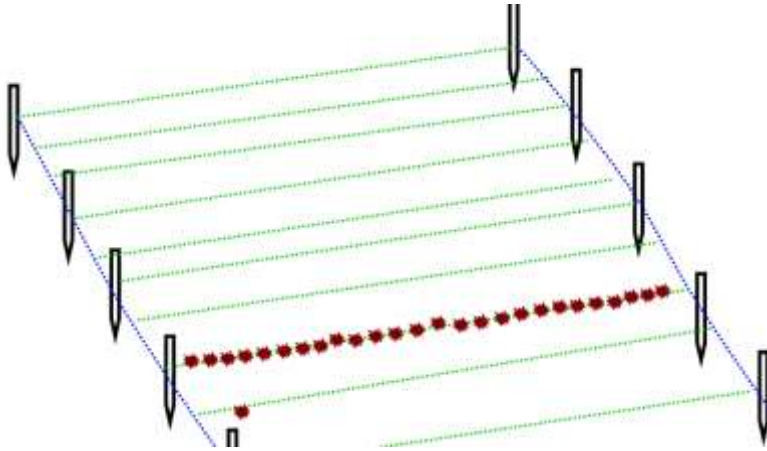


Gambar 1.6 Posisi patok di dasar perairan

Sumber: SNI (2011)

Persyaratan produksi pada metode lepas dasar dimana dalam hal ini adalah area produksi yang harus dipenuhi meliputi lahan yang relatif datar yang dapat dipasang patok segiempat 10x10m, jaraknya antar patok sekitar 50cm. Penampakan gambaran areal produksi budidaya rumput

laut dengan metode lepas dasar dilihat dari atas, dapat diamati pada gambar 2.6 di bawah ini.



Gambar 2.6 Metode lepas dasar tampak dari atas

Sumber: SNI (2011)

Tinggi patok di atas permukaan dasar perairan sekitar 40% dari panjang patok dan sekitar 60%nya tertanam di dasar perairan, serta jarak tali utama dari dasar perairan harus minimal sekitar 20%. Penampakan gambaran areal produksi budidaya rumput laut tampak dari samping, dapat dilihat pada Gambar 3.6 di bawah ini.



Gambar 3.6 Metode lepas dasar tampak dari samping

Sumber: SNI (2011)

Berdasarkan SNI 7672:2011, cara pengikatan bibit rumput laut dengan metode Lepas Dasar yaitu dengan mengikat pada tali titik (fungsinya mengikat bibit rumput laut yang diselipkan pada tali ris bentang) yang berjarak antara 25-30

cm dengan bobot berkisar 50-100 gram pada tiap titiknya. Tali ris bentang adalah tali yang berfungsi sebagai tempat menempelnya tali titik dan rumput laut. Pengikatan bibitnya dengan cara simpul pita dan sedikit longgar, dilakukan di daratan (lokasi pengikatan diarahkan pada tempat yang teduh dan bersih), bibit harus tetap dijaga dalam keadaan lembab (basah). Bibit rumput laut yang terikat pada tali titik selanjutnya diikatkan pada tali ris (tali yang fungsinya untuk mengikatkan tali ris bentang agar memperkuat antar patok) yang berjarak 15-30cm dan dipasang di lokasi saat kondisi surut terendah.

Dalam pemeliharaan bibit rumput laut, harus rutin dikontrol dengan baik untuk memonitor pertumbuhan bibit yang telah ditanam, pastikan pula adanya kontrol mengenai kesehatan rumput laut agar terhindar dari hama dan penyakit. Minggu pertama, dilakukan penyulaman jika terdapat bibit rumput laut yang rontok (lepas) dilanjutkan dengan penyiangan tiap minggu apabila ditemukannya gulma. Pemantauan sehari-hari yang biasa dilakukan yaitu membersihkan teritip atau organisme asing yang menempel dan mengganggu pertumbuhan bibit rumput laut. Selain itu, dilakukan pula monitoring terhadap parameter kualitas air dan pemeriksaan kesehatan rumput laut tiap minggu. Parameter kualitas air yang diukur dan diamati fluktuasinya meliputi suhu, pH, salinitas, nitrat dan fosfat. Kesehatan rumput laut juga diamati secara makroskopik dan mikroskopik. Makroskopik dengan melihat secara morfologi apakah terdapat bercak, warna belang, atau pucat, dll. Pengamatan mikroskopik juga dibutuhkan untuk melihat kerusakan jaringan rumput laut yang disebabkan oleh mikroorganisme di perairan. Data yang diperoleh dari hasil monitoring tetap dicatat sebagai *recording file* untuk kebutuhan analisis dan digunakan sebagai dasar untuk rencana penanaman pada siklus budidaya selanjutnya. Pemeliharaan bibit rumput laut ini

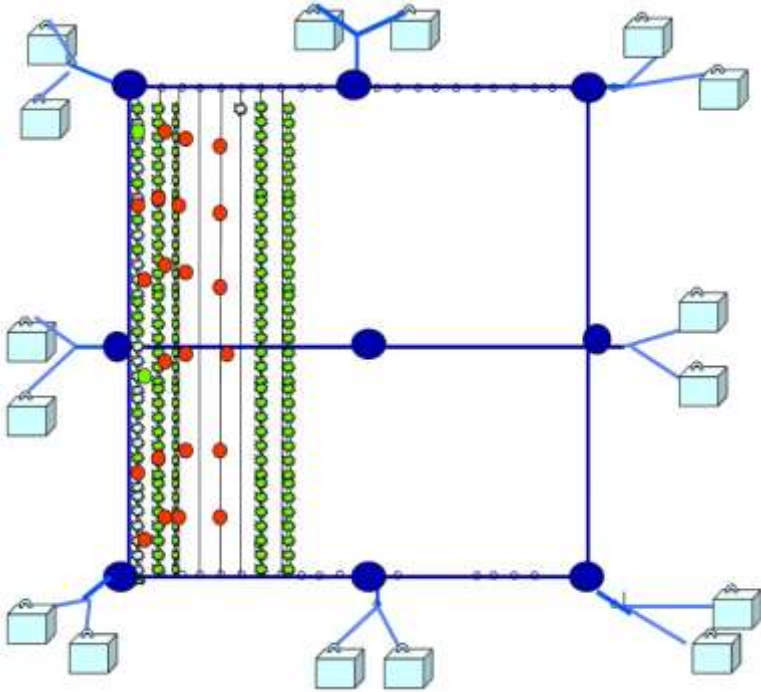
dilakukan selama 25-30 hari. Saat panen, yang dilakukan adalah melepaskan tali ris bentang dari tali utama, rumput laut dilepaskan dari tali ris dengan memotong talinya. Hasil panen rumput laut dengan metode ini menghasilkan ukuran panen minimal 100gram tiap rumpun.

b. Metode Rawai (*Long Line*)

Berdasarkan SNI 7673.2:2011, metode rawai merupakan cara budidaya rumput laut di kolom air (eufotik) dan dekat dengan permukaan perairan menggunakan tali yang dibentangkan dari titik satu ke titik lainnya dengan panjang 50 m - 50m, bentuknya *long line* lajur ataupun *long line* terangkai yang berbentuk segi empat dengan bantuan pelampung dan jangkar.

Konstruksi Berbingkai

Konstruksi berbingkai dalam produksi bibit rumput laut jenis kotoni ini terbuat dari tali utama (tali yang berfungsi sebagai kerangka konstruksi) disusun membentuk segiempat dengan ukuran minimal 50 x 50 m serta di tiap sudutnya dipasang pelampung utama. Pelampung utama adalah bahan apung yang dipasang di tiap ujung konstruksi sebelum tali jangkar, yang fungsinya sebagai tanda batas serta menahan konstruksi supaya tidak tenggelam saat arus kencang. Tiap jarak 25 m pada sisi 50 m diberi tali pembantu dan pelampung pembantu agar mampu mempertahankan ukuran konstruksinya Selanjutnya, panjang tali ris bentang 25-50 m diikatkan pada tali utama sejumlah 24-49 tali ris bentang berjarak 100-200 cm. Tiap tali ris bentang dipasang maksimal 200 titik dengan jarak antar titik minimal 20 cm. Konstruksi yang telah jadi ini diapungkan di permukaan perairan dan ditambatkan di lokasi menggunakan pemberat jangkar dengan tali jangkar yang panjangnya 3 kali dari kedalaman air di tiap ujung sudut dan pelampung pembantu. Dapat dilihat pada Gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Konstruksi *long line* berbingkai ukuran 50 x 50 m

Sumber: SNI (2011)

Keterangan:



= bibit rumput laut



= pelampung bola kecil



= pemberat



= pelampung besar

Konstruksi Lajur

Konstruksi lajur ini terbuat dari tali ris bentang dengan panjang 100m dimana kedua ujungnya diberi pelampung, setelah itu diikat dengan tali jangkar / tali pancang (tali yang fungsinya untuk menambatkan jangkar pada konstruksi) yang panjangnya 3 kali lipat dari kedalaman perairan. Tali ris bentang dipasang pelampung berjarak 2-3 m. Tali ris bentang digunakan untuk tempat menempelnya tali titik dan rumput laut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.6 di bawah ini.



Gambar 5.6 Konstruksi *long line* lajur

Sumber: SNI (2011)

Keterangan:



= bibit rumput laut



= pelampung bola kecil



= pemberat



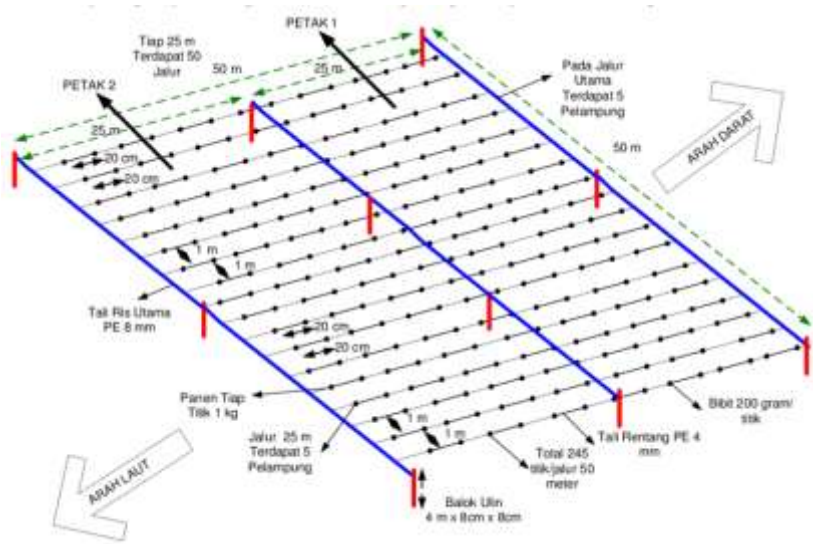
= pelampung besar

Keterangan gambar 5.6:

1. Jangkar
2. Tali jangkar
3. Pelampung utama
4. Pelampung ris bentang
5. Tali ris bentang

Bibit rumput laut juga dapat dibudidayakan secara *long line* horizontal dan vertical. Pada metode *long line* horizontal, ikatan bibit digantung pada satu unit tali gantung, dimana masing-masing unit tali gantung terdapat 10 ikatan bibit dengan jarak tanam sekitar 30 cm lalu tali gantung direntangkan dengan bantuan pelampung dan pasak supaya dapat terentang secara sempurna pada permukaan perairan. Sedangkan metode *long line* vertikal, ikatan bibit digantung pada kerangka besi berbentuk lingkaran, tiap kerangka besi terdapat 4 ikatan bibit lalu kerangkanya yang telah digantungi bibit rumput laut disusun seri (vertikal) dengan tali ris, sehingga pada satu konstruksi terdapat 10 ikatan rumput laut yang digantung pada tiga kerangka besi berjarak 30 cm antara penempatannya dengan kerangkanya. Metode ini hanya berpengaruh pada laju pertumbuhan saja dan bukan pada kualitas bibit rumput lautnya (Ariyati dkk., 2016).

Secara umum, konstruksi unit budidaya rumput laut di perairan laut dengan metode rawai / *long line* dapat digambarkan dengan desain pada Gambar 6.6 di bawah ini.



Gambar 6.6 Konstruksi budidaya rumput laut dengan metode rawai

Sumber: Syafril (2011)

Proses produksi bibit rumput laut dengan metode rawai ini meliputi pengikatan bibit, penanaman bibit, pemeliharaan, monitoring hingga pemanenan. Dalam proses pengikatan bibit, hal yang dilakukan sama dengan pada metode lepas dasar yaitu bibit diikat pada tali titik dengan jarak sekitar 25-30 cm dengan bobot 50-100 gram pada tiap titik ikat. Pengikatan bibitnya secara simpul pita dan agak longgar, dan persiapan ini juga dilakukan di daratan pada lokasi yang bersih dan teduh serta bibit harus tetap dijaga kelembabannya. Pada proses penanaman, bibit yang sudah diikat pada tali ris bentang dalam waktu kurang dari 4 jam, lalu diikat pada kedua sisi tali utama, dengan jarak antar tali ris bentang minimal sejauh 100-200 cm, dengan kondisi bibit berada pada 20-50 cm di bawah permukaan air. Selama masa pemeliharaan, dilakukan kontrol secara periodik tiap minggu agar dapat diketahui pertumbuhan dan perkembangan kondisi bibit yang ditanam, untuk dilakukan

penyulaman ketika menemukan bibit yang rontok (lepas) serta melakukan penyiangan gulma dan pembersihan jika ada sampah yang menempel dan mengganggu pertumbuhannya. Selain itu, juga dilakukan monitoring parameter kualitas air tiap minggu melalui suhu, pH, salinitas, nitrat dan fosfat. Kisaran kualitas air yang baik untuk pertumbuhan optimal yaitu dengan suhu 26-32°C, pH 7-8,5, salinitas 28-33 g/L, nitrat > 0,04 mg/L dan fosfat > 0,1 mg/L. Saat pemanenan, tali ris bentang dilepaskan dari tali utama dengan cara membuka ikatan sebelum atau sesudah dilakukan penjemuran. Hasil panen yang baik menghasilkan ukuran minimal 250 gram tiap rumpun.

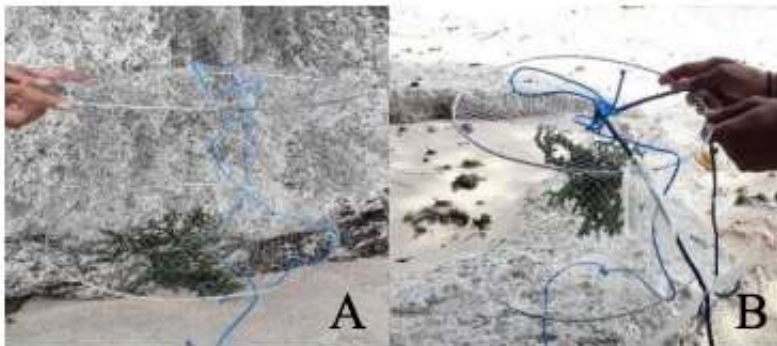
c. Metode Sebar Di Tambak

Berdasarkan SNI 7904:2013, metode sebar merupakan cara budidaya / memproduksi bibit rumput laut dengan menebarkan thallus secara merata pada dasar tambak. Hal yang perlu diperhatikan adalah mengenai persiapan tambak, penebaran thallus, pemeliharaan dan panen. Persiapan tambak dilakukan mulai dari pengeringan tambak, mengangkat lumpur ke atas pematang, membersihkan saluran air dan menjaga kualitas tanah tambak. Apabila pH tanah <6, maka dilakukan pengapuran. Hama diberantas dengan penggunaan saponin 10-15 mg/L. Air masuk ke dalam petakan tambak setinggi 10-20 cm lalu dibiarkan dan setelah selama 2-3 hari, selanjutnya air dibuang total. Pada pintu *inlet*, dipasang saringan dengan ukuran meshsize 0,5 – 1 mm, ketinggian air yang masuk sekitar 50-70 cm. Pemupukan menggunakan pupuk organik sebanyak 200 kg/Ha dan pupuk anorganik (urea:TSP → 3:1), sekitar 50-75 kg/Ha (jika diperlukan). Dilanjutkan dengan penebaran bibit. Bibit yang berkualitas baik, diadaptasikan terlebih dahulu sebelum ditanam agar kondisinya tetap segar. Bibit disebar secara merata dengan padat tebar 200-250 gr/m², dilakukan pada pagi / sore hari. Selama masa pemeliharaan,

ketinggian airnya minimal 50 cm dan setelah seminggu ditambahkan bertahap mencapai 70 cm dengan memperhatikan pola pasang surut. Apabila diperlukan maka dapat dilakukan pemupukan susulan dengan urea dan TSP sebanyak 20 kg/minggu/Ha. Kontrol kualitas air pada masa pemeliharaan sangat penting, meliputi suhu, pH, salinitas dan keceraham. Monitoring ini ditujukan untuk memeriksa kesehatan dan pertumbuhannya. Pembersihan juga dapat dilakukan 2-3 kali tiap minggu. Panen dilakukan secara total ketika sudah berumur 25-30 hari, dilakukan pada pagi dan atau sore hari. Jumlah panen berbobot 1000-1250gr/m² (5 kali lipat bobot awal).

d. Metode Kantong

Menurut Akbar dkk (2020), dibutuhkan suatu metode yang mampu melindungi kultivan dari predator supaya pertumbuhan rumput laut dapat meningkat. Salah satunya dengan menggunakan kantong sebagai wadah budidayanya. Ada 2 cara yang diaplikasikan yakni bibit diikat dalam kantong dan ada pula yang terlepas dalam kantong, seperti yang terlihat pada Gambar 7.6 di bawah ini.



Gambar 7.6 Kantong Rumput Laut: Terlepas dalam kantong (A) dan terikat dalam kantong (B)

Sumber: Akbar dkk (2020)

Metode ini diawali dengan menyiapkan kantong rumput laut berbentuk tabung seperti pada Gambar 7.6 diatas yang memiliki ukuran tinggi 40 cm dan keliling 95 cm. Terlebih dahulu besi ditanam sebagai patok, kemudian ditancap ke dasar perairan. Bibit rumput laut ditimbang bobot 100 gram tiap kantong (homogen), ada yang diikat pada tali ris dalam kantong dengan menggunakan plastik es pada tiap titik tali ris dan ada pula yang tidak diikat pada tali ris.

6.5. Penutup

Secara berkesinambungan, ketersediaan bibit rumput laut sangat dibutuhkan terutama oleh para pembudidaya untuk mampu meningkatkan produktivitas budidaya rumput laut di Indonesia. Dengan berbagai teknik pembibitan serta metode produksi bibit yang telah dipaparkan pada bab ini diharapkan mampu solutif dalam penyediaan bibit rumput laut dalam skala besar dan mewujudkan *sustainable aquaculture*.

Estimasi Skala Produksi, Sarana Dan Prasarana Budidaya Rumput Laut

7.1. Pengantar

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumberdaya alam, baik di darat maupun di laut. Sumberdaya alam di lautan yang sangat kaya namun bnyak belum dimanfaatkan oleh masyarakat. Namun seiring berjalannya waktu, meninngkatnya kemajuan teknologi, meningkatnya jumlah penduduk menjadikan beriringan dengan meningkatnya pemanfaatan sumberdaya alam. Salah satu yang mulai banyak dimanfaatkan adalah rumput laut, sehingga menuntut manusia untuk berfikir bagaimana agar sumberdaya yang kaya manfaat ini tetap terjaga dan berkelanjutan. Akhirnya tercetuslah pemikiran untuk melakukan kegiatan budidaya rumput laut. Sekitar 99.73% rumput laut di Indonesia merupakan hasil budidaya berdasarkan angka dari Kelautan dan Perikanan Indonesia. Hal ini dimungkinkan karena laut diIndonesia memiliki banyak sumber daya alam yang baik untuk sektor budidaya hasil laut. Artinya, budidaya bisa dilakukan hampir di penjuru kawasan Indonesia. Adanya dukungan bentangan alam yang potensial menjadikan masyarakat semangat untuk melakukan budidaya.

Dengan pertumbuhan rata-rata 1,14 per tahun, hasil budidaya rumput laut Indonesia pada tahun 2017 sebesar 9,884,670 ton (KKP, 2018). Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur, dan Sulawesi Tenggara merupakan tiga daerah di Indonesia yang menghasilkan rumput laut dalam jumlah besar. Provinsi Sulawesi Selatan menghasilkan rumput laut budidaya terbanyak pada tahun 2017, yaitu menghasilkan 3.660.973ton atau 34.71% dari keseluruhan produksi rumput laut sebesar 10.547.552. ton (Dirjen Perikanan Budidaya, 2018). Mayoritas rumput laut Indonesia masih ditanam secara tradisional, tidak rumit, dengan sedikit bantuan teknologi dari luar. Pengelolaan budidaya rumput laut menjadi bagian alternatif pemberdayaan masyarakat pesisir yang memiliki manfaat dalam hal pemanfaatan hasil produksi yang beragam, aksesibilitas lahan budidaya yang cukup luas, dan kemudahan teknologi budidaya yang dibutuhkan.

Penggunaan metode dan teknik budidaya yang tepat sangat menentukan keberhasilan budidaya rumput laut. Teknik budidaya yang dipilih harus mampu menciptakan perkembangan yang sehat, mudah diterapkan, dan bahan baku yang digunakan harus terjangkau dan mudah diakses. Metode yang digunakan dalam memproduksi rumput laut dapat mengestimasi skala produksi secara optimal hingga sarana dan prasarana yang akan digunakan dalam budidaya rumput laut.

Persyaratan Teknis Budidaya Rumput Laut

Secara umum teknis dalam pemilihan lokasi, bibit, metode yang digunakan dan pemeliharaan rumput laut menjadi faktor yang perlu diperhatikan sebelum mulai kegiatan budidaya rumput laut, berikut penjelasannya:

- a. Memilih lokasi yang memenuhi syarat tumbuhnya jenis rumput laut yang akan digunakan. Hal ini diperlukan karena setiap jenis rumput laut yang perlu dibudidayakan memerlukan perlakuan yang unik.
- b. Agar berhasil membudidayakan rumput laut, sangat penting untuk memilih benih yang tepat, menyediakannya, dan menggunakan teknik pembibitan yang tepat. Ini karena budidaya yang efektif dimulai dengan benih yang efektif.
- c. Metode budidaya yang tepat sangat menentukan keberhasilan budidaya, ketika salah dalam menentukan cara budidaya maka dapat menyebabkan kegagalan dalam budidaya. Sebelum memahami metode apa yang harus diterapkan, pembudidaya harus memahami kondisi lingkungan, kondisi perairan, kondisi suhu dan kondisi semua hal yang berkaitan dengan budidaya agar lebih memudahkan.
- d. Pemeliharaan selama musim tanam harus rutin dan sesuai dengan standar prosedur budidaya rumput laut.

7.2. Metode – Metode Budidaya Rumput Laut

Ada tiga cara pembudidayaan rumput laut yang umum dilakukan di Indonesia, yang masing-masing didasarkan pada posisi budidaya didasar perairan (Dirjen Perikanan Budidaya, Direktorat Budidaya, 2004).

1. Lepas Dasar (*off button method*)

Benih rumput laut diikatkan pada jarring atau seutas nilon di dasar air dengan menggunakan pancang kayu, dan talinya

terbuat dari rafia. Metode jaring lepas dasar berbentuk tabung (*off bottom-tabular-net method*), metode jaring lepas dasar (*off-bottom-net method*), dan metode tunggal lepas dasar (*off-bottom monoline method*) adalah tiga kategori di mana metode ini dibagi.



Gambar 7.2 Metode budidaya Lepas Dasar

(Dirjen Perikanan Budidaya Direktorat Pembudidayaan, 2004)

Sarana dan Prasarana tali utama terbuat dari *polyethylene multifilament* 6 mm, tali bentang terbuat dari PE 4 mm, patok kayu atau bambu 5 cm, tiang besi diameter minimal 2 cm, dan keranjang. Minimal seminggu sekali dilakukan pemantauan rutin untuk mengetahui perkembangan benih rumput laut yang telah ditanam, munculnya hama dan penyakit, serta faktor kualitas air.

2. Rakit Apung (*floating rack method*)

Metode rakit apung melibatkan penggunaan tali yang diikatkan pada konstruksi rakit bambu apung untuk membudidayakan rumput laut di kolom air (eupotik) yang dekat dengan permukaan perairan dengan ketentuan sebagai berikut:

- lokasi budidaya terlindung dari gelombang, pergerakan air 20 sampai 40 sentimeter per detik, dan kedalaman air pada saat surut terendah;

- bukan daerah penangkapan ikan, bukan jalur transit, dan perairan tidak tercemar,
- dasar airnya berbatu karang berpasir dan secara alami ditumbuhi jenis lamun atau rumput laut; dan posisinya jauh dari muara sungai;
- fluktuasi tahunan kualitas air suhu, salinitas dan pH sesuai dengan baku mutu



Gambar 7.2 Metode budidaya rakit apung

(Dirjen Perikanan Budidaya Direktorat Pembudidayaan, 2004)

Prasarana dan Sarana yang digunakan yaitu berupa: a) bambu berumur tua, diameter 8 -10 cm, tidak bengkok, dan tidak pecah; b) jangkar, beton, besi, batu, karung pasir dengan berat minimal 50 kg per buah atau minimal 2 pancang, dan c) pelampung jangkar yang terbuat dari bahan yang dapat mengapung untuk menjaga stabilitas tali jangkar dengan rakit bambu apung dan pelampung jangkar apung. d) tali jangkar: tali polietilen minimal 8 cm, panjang tali dikalikan kedalaman air; e) tali span-rise: tali polietilen minimal 4 mm; d.

3. Sistem Tali Rawai (*long line method*)

Meski tidak menggunakan bambu sebagai rakit, budidaya metode longline ini memanfaatkan tali panjang yang diregangkan dan secara teori hampir mirip dengan metode rakit.

sehingga lebih terjangkau, relatif murah, dan menyesuaikan dengan kondisi dasar lumpur tambak yang berpasir (Istiqomawati et al., 2010). Metode *long line* adalah cara membudidayakan rumput laut di kolom air yang dekat dengan permukaan air dengan memanfaatkan tali yang dipanjangkan dari stasiun ke stasiun dengan panjang 25–50 m., dirangkai dalam bentuk jalur-jalur lepas, atau disusun persegi panjang dengan bantuan pelampung dan jangkar. Benih rumput laut ditebarkan ke dalam air sambil ditambatkan pada tali panjang. Minimal 45 hari harus berlalu di antara sesi pemeliharaan. Pemantauan dilakukan minimal tiga kali dalam seminggu selama masa pemeliharaan untuk mengetahui perkembangan kesehatan benih yang ditanam, serta adanya hama dan penyakit.



Gambar 7.2 Metode budidaya tali rawai

(Dirjen Perikanan Budidaya Direktoral Pembudidayaan, 2004)

Menurut ketiga teknik pembudidayaan rumput laut tersebut, sistem rakit bambu dan sistem tali rawai lebih unggul dibandingkan dengan sistem pembudidayaan rumput laut dengan sistem lepas dasar. Ini karena lapisan dekat permukaan menerima lebih banyak cahaya daripada lapisan permukaan air untuk proses metabolisme.

7.3. Skala Produksi Rumput Laut

Mayoritas rumput laut dunia diproduksi di Indonesia, terutama varietas yang tumbuh subur di iklim tropis. Meskipun kontribusi Indonesia dalam hal bahan baku telah mendapat pengakuan dalam skala global, namun masih terdapat ruang untuk perbaikan dalam hal kontribusi Indonesia dalam sektor pengembangan rumput laut. Peluangnya juga masih besar, seperti di industri agar-agar dan karaginan. Sejalan dengan inisiatif pengembangan sektor dan komoditas lainnya, program pengelolaan industri rumput laut nasional terutama *pro-growth*, *pro-job*, dan *pro-poor*. (Akrim, 2006; Nurdjana, 2006).

Sepanjang memenuhi persyaratan lokasi dan teknis budidaya, hampir seluruh wilayah pesisir Indonesia dapat dimanfaatkan untuk pengembangan budidaya rumput laut. Algae yang juga dikenal sebagai rumput laut merupakan produk unggulan perikanan yang memiliki nilai strategis dan prospek masa depan yang cerah. Rumput laut biasanya dibagi menjadi empat kategori: 1. Rumput laut biru-hijau atau ganggang biru-hijau (*Cyanobacteria*); 2. Rumput laut merah atau ganggang merah (*Rhodophyceae*); 3. Rumput laut hijau atau ganggang hijau (*Chlorophyceae*); 4. Rumput laut coklat atau ganggang coklat (*Phaeophyceae*).

Rendahnya pendapatan menjadi masalah bagi pembudidaya rumput laut karena menyulitkan mereka untuk menabung dan mengembangkan lahan untuk budidaya rumput laut. Kajian kelayakan ekonomi budidaya rumput laut perlu dilakukan mengingat rendahnya pendapatan petani rumput laut.

7.4. Sarana dan Prasarana Budidaya Rumput Laut

Fasilitas infrastruktur atau sarana dan prasarana ini mendapat perhatian paling besar selama berbagai tahap proses budidaya rumput laut karena merupakan komponen penting

dari keberhasilan budidaya. Sumber daya berikut digunakan untuk mendukung budidaya rumput laut:

- a. Bibit berkualitas tinggi, mudah beradaptasi dengan lokasi budidaya potensial, dan tahan penyakit;
- b. Pupuk hanya digunakan sesuai kebutuhan, harus mematuhi peraturan keselamatan dan lingkungan, dan digunakan sesuai petunjuk;
- c. Peralatan budidaya terbuat dari bahan yang aman bagi lingkungan, tidak beracun atau korosif, dan bebas dari penyakit.

Kemudian untuk Prasarana yang diperlukan dalam kegiatan budidaya rumput laut, yaitu:

- a. Tempat penanganan bibit dirancang dan dibangun secara semi permanen atau permanen
- b. Pembangunan infrastruktur, fungsi konservasi harus diperhatikan dan gangguan lingkungan sesedikit mungkin;
- c. Lokasi penanganan panen dan pasca panen bebas dari potensi pencemaran, aman bagi pembudidaya, dan tidak merusak lingkungan.
- d. Penempatan toilet dan septic tank yang dibutuhkan di unit budidaya rumput laut harus dapat mencegah atau meminimalisir pencemaran di unit tersebut.

7.5. Penutup

Sepanjang memenuhi persyaratan lokasi untuk kegiatan budidaya. Sekitar setengah wilayah pesisir Indonesia dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan budidaya rumput laut. Salah satu produk perikanan unggulan yang memiliki potensi ekonomis dan strategis untuk menciptakan peluang usaha yang menjanjikan adalah rumput laut. Pemilihan lokasi harus memperhatikan daya dukung perairan untuk mendukung kehidupan dan pertumbuhan rumput laut secara efektif

merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap keberhasilan kegiatan budidaya. Syarat lain yang harus dipenuhi antara lain mudah diakses tetapi jauh dari arus pelayaran, cukup mendapat sinar matahari, dan berada di lokasi yang bebas banjir, perubahan salinitas, daerah penangkapan ikan, dan pencemaran limbah. Kegiatan budidaya rumput laut sangat ideal dilakukan pada suatu kawasan yang tertata, dengan konsep klaster dalam suatu kawasan, karena penataan sarana dan prasarana sangat menentukan kenyamanan dan keberhasilan kegiatan budidaya.

Mengendalikan Hama Dan Penyakit Pada Thallus Rumput Laut

8.1 Pengantar

Rumput laut di Indonesia sangat berpotensi di budidayakan. Hal ini dikarenakan dengan lahan yang sesuai dan tersedia di perairan wilayah Indonesia. Keanekaragaman jenis rumput laut yang tinggi, teknologi budidaya yang sederhana dan membutuhkan modal yang relative kecil, sehingga banyak yang mengelola pembudidayaan rumput laut. Namun, saat ini pembudidayaan rumput laut menghadapi masalah yang serius akibat serangan penyakit (Arjun, 2020).

Rumput laut tergolong tanaman berderajat rendah, umumnya tumbuh melekat pada substrat tertentu, tidak mempunyai akar, batang maupun daun sejati, tetapi hanya menyerupai batang yang disebut thallus. Rumput laut tumbuh di alam dengan melekatkan dirinya pada karang, lumpur, pasir, batu dan benda keras lainnya. Selain benda mati, rumput laut pun dapat melekat pada tumbuhan lain secara spesifik (Anggadiredj, 2006).

Keberhasilan budidaya dan kualitas rumput laut *K. alvarezii* yang dihasilkan tergantung pada cara perawatan dan pengendalian hama penyakit. Serangan hama dan penyakit

dapat menyebabkan menurunnya produksi budidaya rumput laut. Umumnya serangan hama dilakukan oleh organisme laut yang mempunyai makanan utama atau sebagian masa hidupnya memangsa rumput laut. Secara fisik serangan hama dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman budidaya seperti terkelupas, patah, bahkan habis dimakan. Aktifitas pemangsaan oleh organisme herbivora dapat menurunkan total produksi rumput laut hingga mencapai 60% (Kasim dan Asnani, 2012).

Kendala yang cukup berarti dalam budidaya rumput laut yang dapat menyebabkan kerusakan cukup tinggi yaitu serangan hama dan penyakit. Hama dapat berupa serangan ikan, penyu, atau predator lainnya. Sementara, penyakit yang sering menyerang yaitu *ice-ice* yang diakibatkan oleh tekanan iklim atau kondisi ekstrim yang dialami tanaman, seperti salinitas atau kandungan nutrisi dalam air yang turun dengan tiba-tiba. Penyakit lainnya yaitu semacam lendir (*mucus*) yang melekat pada rumput laut yang biasanya diproduksi oleh karang hidup (*soft coral ataupun hard coral*). Pertumbuhan tanaman juga akan terhambat dengan adanya biota lain yang menjadi kompetitor dalam mendapatkan nutrisi maupun cahaya matahari yang diperlukan dalam pertumbuhannya (Anggadiredj, 2006).

Hama dan penyakit dapat menyebabkan rusaknya tanaman rumput laut. Hama rumput laut umumnya memangsa rumput laut sehingga akan menimbulkan kerusakan fisik terhadap thallus, dimana thallus akan mudah terkelupas, patah ataupun habis dimakan hama. Penyakit merupakan suatu gangguan fungsi, yang mengakibatkan terjadinya perubahan anatomi atau struktur dari normal menjadi abnormal, seperti perubahan laju pertumbuhan, perubahan penampakan warna dan bentuk yang akhirnya berpengaruh terhadap tingkat produktifitasnya. Penyakit *ice-ice* merupakan penyakit dengan tingkat infeksi yang cukup tinggi di Negara Asia (Philipps (1990) dalam Fitriani, 2015).

Salah satu yang menjadi penyebab menurunnya produksi rumput laut adalah karena benih rentan terhadap infeksi penyakit. Beragam predator, parasit dan patogen diketahui menyerang rumput laut dan telah menimbulkan kerugian cukup besar di sejumlah negara, misalnya Philipina. Salah satu penyakit ganas pada rumput laut adalah ice-ice yang beberapa waktu lalu telah menghancurkan usaha budidaya rumput laut di Zamboanga, Philipina. Penyakit ice-ice ini pun dapat menjadi sumber malapetaka bagi usaha budidaya rumput laut di Indonesia.

8.2 Jenis Hama Rumput Laut

Permasalahan yang cukup serius dalam pengembangan budidaya rumput laut yaitu serangan predator pemangsa atau hama. Hama yang sering menyerang rumput laut dikelompokkan berdasarkan ukurannya, yaitu hama mikro (*micro grazer*) dan hama makro (*macro grazer*). Hama mikro kelompok ini pada umumnya berukuran panjang kurang dari 2 cm dan melekat pada thallus tanaman rumput laut, seperti larva bulu babi (*Tripneustes*) dan larva teripang (*Holothuria sp.*). Larva bulu babi menyebabkan tanaman *Eucheuma sp.* menjadi berwarna kuning dan rusak. Sementara, larva teripang akan menetap pada thallus dan tumbuh membesar disekitar tanaman. Setelah membesar, larva tersebut akan menjadi hama makro dan akhirnya akan makan thallus tersebut. Nematoda mikroskopik ditemukan pada tanaman *Eucheuma cottonii* dan bersifat parasit. Selain hama diatas, bebrapa hama mikro lainnya juga menyerang tanaman yang sakit akibat *ice-ice*, nematoda mikroskopis, *Alaimus primitimus*, *Mylonchulus parabrachyurus*, dan *Diploscapter coronata* (Anggadiredj, 2006).

Hama makro adalah hama yang berukuran lebih besar dari ukuran 2 cm. Hama makro yang paling ganas dan dapat menghancurkan tanaman *Eucheuma sp.* yaitu ikan baronang (*Siganus sp.*) dan penyu hijau (*Chelonia midas*). Hama lainnya

yaitu bulu babi (*Diadema sp.*) , teripang (*Holothuria sp.*) , bintang laut (*Protoneostes*). Ketika masih fase larva, bulu babi dan teripang tergolong kedalam hama mikro. Pada umumnya, tanaman yang diserang yaitu tanaman yang berada dekat perairan dengan dasar karang atau karang berpasir sekitar pantai. Serangan ikan akan berkurang bila rumput laut yang ditanam pada lokasi agak ketengah. Sementara, hama (*Gracilaria sp.*) yang ditanam ditambak berupa ikan mujair *Tillapia*, siput kecil, atau sumpil/tritip (Anggadiredj, 2006).

8.2.1 Bagian Rumput Laut yang Diserang Hama

Serangan hama adalah hal yang penting ditanggulangi dalam budidaya rumput laut. Seperti halnya yang telah dilakukan terhadap dua jenis hama avertebrata bulu babi dan vertebrata ikan baronang yang memangsa rumput laut *Kappaphycus alvarezii*. Hewan pemangsa tersebut memakan thallus rumput laut sehingga tanaman menjadi rusak dan akhirnya mati (Hidayat, 1994). Selain ikan baronang *Siganus sp.*, jenis ikan pemangsa lainnya adalah gerot-gerot (*Therapon theraps*), *Pomacentridae*, *Letrinus harak*, *Perpenues*, *Scolopsis triatus*, *Chelig mermis*, *Mesoriptes argenteus*, *Monacanthud hajan* dan beberapa jenis ikan herbivore lainnya.

Eklof *et al.*, (2006) menyatakan bahwa pada lokasi budidaya rumput laut banyak ditemukan ikan pemangsa rumput laut. Namun, yang paling banyak tertangkap adalah ikan baronang. Ikan baronang (*S. guttatus*) termasuk dalam family *Siganidae*, merupakan ikan demersal yang hidup di dasar atau dekat dengan dasar perairan. Ikan ini banyak ditemukan di daerah padang lamun dan terumbu karang (Syafudin, 2008). Ikan baronang (*S. guttatus*) memakan rumput laut *K.alvarezii* dengan cara memotong ujung-ujung *thallus* dan menguliti *thallus* pangkal atau batang *thallus* sehingga yang tertinggal hanya kerangka *thallus* berwarna putih hal ini akan mengakibatkan

rumput laut akan mudah terserang penyakit (Anggadireja *et al.*, 2006).

Hama rumput laut merupakan organisme laut yang memakan rumput laut yang mengakibatkan pertumbuhan dan perkembangan rumput laut menjadi terhambat dan rusak.

Faktor-faktor predisposisi atau pemicu lainnya juga dapat menyebabkan ice-ice. Predisposisi itu antara lain serangan hama seperti ikan yang menyebabkan terjadinya luka pada thallus. Luka akan memicu terjadinya infeksi sekunder oleh bakteri. Pertumbuhan bakteri pada thallus akan menyebabkan bagian thallus tersebut menjadi putih dan rapuh. Selanjutnya, pada bagian tersebut mudah patah dan jaringan menjadi lunak. Infeksi ice-ice menyerang pada pangkal thallus, batang dan ujung thallus muda, menyebabkan jaringan menjadi berwarna putih. Pada umumnya penyebarannya secara vertikal (dari bibit) atau horizontal melalui perantara air. Infeksi akan bertambah berat akibat serangan epifit yang menghalangi penetrasi sinar matahari karena thallus rumput laut tidak dapat melakukan fotosintesa. Jenis ikan yang dijumpai pada saat penelitian adalah ikan beronang (*Siganus sp.*).

Ikan baronang (*Siganus spp.*) merupakan hama perusak terbesar pada budidaya rumput laut. Cara penanggulangan hama ini relatif sulit. Benih ikan beronang mempunyai sifat bergerombol merupakan hama yang paling serius serangannya. Ikan ini memakan seluruh thallus sebelah luar. Akibatnya tanaman rumput laut hanya tertinggal kerangkanya saja. Rumput laut akan mati dalam dalam beberapa hari. Serangan ikan baronang sifatnya musiman terutama pada musim benih, sehingga di setiap daerah waktu serangannya pun berbeda.

Dari hasil penelitian ditemukan jenis lumut yang klasifikasinya sebagai berikut : Kingdom : plantae Divisi : Chlorophyta Kelas : Ulvophyceae Ordo : Cladophorales Family : Cladophoraceae Genus : Chaetomorpha Spesies : *Chaetomorpha*

sp. Alga yang menempel pada thallus dapat menyebabkan kematian secara perlahan-lahan karena dapat menghalangi rumput laut untuk memperoleh makanan atau cahaya matahari untuk melakukan fotosintesis, karena menempel erat pada thallus sehingga saat dibersihkan banyak thallus yang patah atau terluka.

8.2.2 Pengendalian Hama Rumput Laut

Cara melindungi tanaman rumput laut dari serangan ikan baronang dapat dilakukan dengan mengatur waktu penanaman. Awal penanaman rumput laut sebaiknya di luar musim benih ikan baronang. Dengan cara tersebut diharapkan kerugian dapat diperkecil. Penanaman secara serentak juga dapat mengurangi serangan hama ikan.

8.3 Jenis Penyakit Rumput Laut

Penyakit pada rumput laut merupakan suatu gejala gangguan fungsi atau terjadinya perubahan fisiologis pada tanaman, pada umumnya, hal ini terjadi akibat adanya perubahan faktor lingkungan yang ekstrem, seperti perubahan nutrisi, perubahan suhu, salinitas, Ph, dan tingkat kecerahan air. Kondisi tersebut biasanya diikuti terjadinya interaksi dengan mikroorganisme patogen. Penyakit yang sangat umum terjadi pada rumput laut dikenal dengan sebutan ice-ice (Anggadiredj, 2006).

8.3.1 Penyakit Ice-ice

Ice-ice cenderung menyerang rumput laut *Eucheuma sp.* karena ditanam di laut yang banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Gejala yang muncul diperlihatkan dengan perubahan warna pada beberapa bagian thallus menjadi pucat dan bercak putih yang kemudian meluas pada keseluruhan thallus. Pada bagian yang berwarna putih tersebut, thallus membusuk, kemudian akan mati (Anggadiredj, 2006). Kerusakan tanaman akibat ice-ice dapat mencapai 90%, bahkan 100% bila

kondisi serangan berlangsung lama. Kondisi ini akan diperparah karena adanya serangan sekunder dari *Peryphyton* yang merupakan mikroorganisme akuatik yang umumnya berukuran planktonik, fitoplankton, maupun zooplankton. Serangan sekunder sebagai lanjutan dari kondisi serangan ice-ice dapat pula dilakukan oleh bakteri patogen seperti *Pseudomonas* dan *Staphylococcus* (Anggadiredj, 2006).

Kondisi perairan laut yang fluktuatif dan cenderung ekstrim yaitu perubahan salinitas, suhu air dan intensitas cahaya, merupakan faktor utama pemicu timbulnya penyakit *ice-ice*. *E. cottonii* yang mengalami stress dapat memudahkan infeksi *ice-ice* dan epifit. Rumput laut (*Gracilaria* sp. dan *Eucheuma* sp.) dalam kondisi stress akan membebaskan substansi organik, yang menyebabkan *thallus* berlendir dan merangsang bakteri dan epifit tumbuh melimpah (Vairappan, 2006). *Ice-ice* menginfeksi pangkal, batang dan ujung *thallus* muda, menyebabkan jaringan menjadi berwarna putih. Penyebaran infeksi *ice-ice* bisa secara vertikal (dari bibit) atau horizontal melalui perantaraan air. Infeksi menjadi bertambah akibat kontaminasi epifit yang menghalangi penetrasi sinar matahari, sehingga tidak memungkinkan *thallus* rumput laut melakukan fotosintesis (Musa dan Wei, 2008).

Hasil pengamatan secara morfologis menunjukkan bahwa, sebaran infeksi tampak nyata setelah masa pemeliharaan 30 hari. Ditandai perubahan warna *thallus* menjadi pucat secara keseluruhan, kemudian menjadi bening dan akhirnya memutih secara keseluruhan (Gambar 1). Jaringan tanaman yang terinfeksi menjadi lunak dan hancur, menyebabkan *thallus* menjadi retak dan putus terbawa arus. *Thallus* utama yang tersisa di tali pengikat selanjutnya membusuk dan ditumbuhi epifit. Menurut Largo *et al.* (1998), infeksi *ice-ice* diawali bercak-bercak merah pada *thallus*, menjadi kuning pucat dan akhirnya memutih. *Thallus* yang membusuk menjadi rapuh dan mudah putus.



Gambar 8.3.1 Penyakit Ice - Ice

E. cottonii lebih cepat terinfeksi apabila terdapat bekas luka yang menjadi jalan masuk bakteri patogen. Infeksi *ice-ice* dapat terjadi melalui beberapa cara yaitu; terinfeksi pada luka bekas pemotongan bibit, luka akibat gigitan ikan, luka akibat ikatan bibit terlalu erat dan masuk melalui pori-pori *thallus* (Vairappan *et al.*, 2010). Peningkatan sebaran infeksi *ice-ice* diduga juga dipengaruhi oleh pergantian musim, karena saat pergantian musim masih sering turun hujan tetapi kadang-kadang panas seperti musim kemarau (Vairappan, 2006). Pergantian musim disebabkan oleh terjadinya kenaikan suhu udara, selanjutnya berpengaruh terhadap perubahan arah angin yang berarti terjadi perubahan musim (Wardhana, 2010). Kondisi ekstrim akibat perubahan cuaca yang drastis antara musim hujan dan musim kemarau, menyebabkan perubahan salinitas dan konsentrasi nutrisi di laut secara tiba-tiba sehingga siklus penyakit *ice-ice* menjadi lebih panjang dan tidak dapat diprediksi (Vairappan *et al.*, 2010).

Menurut Vairappan (2006) dan Vairappan *et al.* (2010) infeksi *ice-ice* menyebabkan pertumbuhan *E. cottonii* menjadi sangat lambat atau cenderung tetap, karena *thallus* banyak

mengalami pengkeroposan, patah dan fotosintesis terganggu sehingga berat biomass berkurang hingga mencapai 60-80%.

8.4. Kompetitor

Kontaminasi epifit dan infeksi penyakit menyebabkan kualitas bibit tidak layak dibudidayakan. Epifit merupakan salah satu tumbuhan yang menempel pada rumput laut, dapat menjadi hama kompetitor serta dapat menyebabkan timbulnya penyakit pada rumput laut tersebut. Epifit yang menempel akan menghambat sinar matahari sehingga mengganggu proses fotosintesis. Rumput laut yang ditemplei epifit, tallusnya akan menjadi lembek, pucat, kurus dan pada akhirnya hancur sehingga menyebabkan kegagalan panen (Mudeng dan Ngangi, 2014).

Serangan epifit berkorelasi dengan munculnya penyakit ice-ice karena bagian tallus rumput laut yang terserang epifit menjadi rentan terhadap serangan bakteri yang menyebabkan terjadinya penyakit ice-ice. Serangan epifit pada *K. alvarezii* ditandai dengan munculnya bintik-bintik hitam kecil pada permukaan kutikula, lalu menjadi epifit vegetatif yang terasa kasar bila disentuh (Arsenal, 2014). Vairappan, 2006 menjatakan bahwa Epiphytic filamentous algae (EFA) atau alga epifit berfilamen tercatat sebagai masalah serius sejak awal budidaya rumput laut *K. alvarezii*, seperti epifit *Neosiphonia* sp.

Menurut Krismaningrum (2007) menyatakan bahwa adanya tumbuhan lain yang menempel pada talus memicu pertumbuhan rumput laut semakin lambat karena tumbuhan yang menempel tersebut bersifat kompetitor dalam menyerap nutrisi untuk pertumbuhan rumput laut serta dengan adanya tumbuhan lain yang menempel pada talus dapat menyebabkan permukaan talus tertutup sehingga menghalangi rumput laut untuk melakukan proses fotosintesis. Adanya peristiwa tersebut sesuai dengan pernyataan Anggadiredja (2006) yang menyatakan bahwa tumbuhan disekitar tanaman budidaya merupakan

kompetitor yang dapat menyebabkan pertumbuhan rumput laut terganggu.

Menurut Nurdiana *et al.* (2016) menyatakan bahwa menempelnya berbagai makroepifit pada lingkungan talus dapat menghambat pertumbuhan rumput laut, menghambat penyerapan zat hara, menghalangi sinar matahari yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis, terjadinya kompetisi makanan (nutrien) dan kompetisi ruang.

8.4.1 Spesies Alga Kompetitor

Spesies yang ditemukan pada 2 Stasiun pengamatan meliputi : *Chaetomorpha crassa*, *Sargassum* sp., *Turbinaria ornate*, *Acanthophora spicifera*, *Enteromorpha intestinalis*, dan *Hypnea cervicornis*.



Gambar 8.4.1 Spesies Alga Kompetitor

Berdasarkan parameter perairan yang diambil dilapangan suhu dan kecerahan tidak memenuhi syarat optimal bagi pertumbuhan *Eucheuma cottonii* (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata parameter kualitas air di stasiun 1

Kualitas Perairan	Stasiun Penelitian 1		
	Rakit 1	Rakit 2	Rakit 3
DO (mg/l)	4.3	4.4	4.8
Suhu (°C)	32	31	31
pH	7.1	7.2	7.1
Salinitas (ppt)	33	33	33
Kecerahan perairan (cm)	91.67	96.50	71.57

Tabel 8.4.1 Rata – rata parameter kualitas air di stasiun 1

Hal inilah yang memungkinkan spesies alga kompetitor tumbuh subur khususnya spesies *Chaetomorpha crassa* yang mempunyai rata-rata prevalensi paling tinggi. Kordi (2011) menjelaskan bahwa, suhu perairan untuk rumput laut jenis *Eucheuma* berada pada kisaran 26-30 oC, dan kecerahan tinggi sekitar 2-5 meter.

Selain faktor kualitas air, faktor musim, lokasi dan kurangnya perawatan seperti pembersihan rakit terhadap rumput laut *Eucheuma cottonii* merupakan kemungkinan lain penyebab adanya spesies alga kompetitor.

8.5 Pengendalian Hama dan Penyakit Rumput Laut

Cara melindungi tanaman rumput laut dari serangan ikan baronang dapat dilakukan dengan mengatur waktu penanaman. Awal penanaman rumput laut sebaiknya di luar musim benih ikan baronang. Dengan cara tersebut diharapkan kerugian dapat diperkecil. Penanaman secara serentak juga dapat mengurangi serangan hama ikan. Teknik budidaya rumput laut yang digunakan harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan perairan. Pada perairan yang relatif tenang, metode budidaya rakit, long line dan pancang dapat diterapkan sedangkan pada

perairan yang bergelombang besar metode budidaya yang tepat adalah metode kantong (metode Cidaun). Pembersihan terhadap kotoran yang melekat pada thallus dan *biofouling* harus dilakukan secara rutin dan sesering mungkin (sebaiknya setiap hari) dengan cara digoyang di dalam air sampai kotoran lepas. Penanaman rumput laut untuk metode rakit, *long line* dan pancang sebaiknya dilakukan bukan pada musim gelombang. Menurut Parengrengi *et al.*, (2007), permasalahan budidaya rumput laut akan bervariasi antar lokasi, karena itu pemantauan atau pengamatan sebaiknya dilakukan pada beberapa sentra produksi rumput laut.

8.6 Penutup

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa jenis hama dan penyakit yang menyerang rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan adalah lumut jenis *Chaetomorpha s*, ikan beronang *Siganus sp* serta penyakit ice-ice. Pemilihan metode yang tepat diharapkan dapat mengurangi serangan hama dan penyakit pada budidaya rumput laut.

Budidaya Rumput Laut Terintegrasi

9.1 Pengertian dan Prinsip

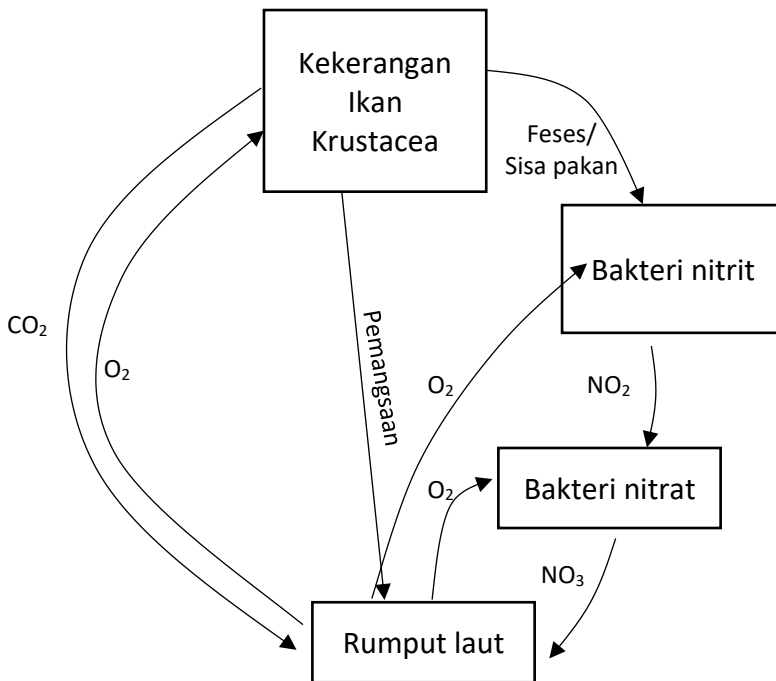
Budidaya terintegrasi atau biasa juga disebut dengan budidaya terpadu adalah budidaya yang memanfaatkan keterkaitan antara setiap komponen yang terlibat dalam budidaya agar tercipta suatu ekosistem buatan yang mendukung peningkatan total produksi melalui pemanfaatan output (misalnya limbah/hasil ekskresi) dari satu komponen menjadi input (pupuk, makanan) untuk komponen lainnya. Komponen yang terlibat dalam suatu sistem budidaya terintegrasi dapat melibatkan berbagai organisme seperti tanaman, ikan, alga, ternak, atau tanaman perkebunan. Pelibatan berbagai komponen dalam satu sistem yang terintegrasi dimaksudkan untuk memanfaatkan seluruh sumber daya yang tersedia. Dalam sistem yang terintegrasi, output dari satu komponen budidaya akan menjadi input untuk komponen yang lainnya.

Budidaya rumput laut terintegrasi melibatkan rumput laut sebagai salah satu komponen budidaya baik sebagai pelengkap ataupun sebagai komponen utama. Sebagai komponen utama, rumput laut ditempatkan sebagai komoditas utama dan mendapatkan lebih banyak input sedangkan sebagai komponen pelengkap atau tambahan, rumput laut ditempatkan

sebagai komoditas tambahan dan mendapatkan input yang lebih rendah dibandingkan dengan komponen lainnya. Sebagai komponen pelengkap/tambahan, rumput laut biasanya difungsikan sebagai biofilter. Namun pada beberapa budidaya laut terintegrasi, produksi rumput laut dan komponen lainnya memiliki nilai ekonomi dengan porsi yang sama.

Prinsip budidaya rumput laut terintegrasi adalah memanfaatkan bahan anorganik yang dihasilkan oleh salah satu komponen budidaya untuk diubah menjadi biomassa yang dapat dipanen. Pada budidaya rumput laut monokultur, rumput laut mengambil nutrisi yang tersedia secara alami dari air yang bergerak melewati rumput laut. Pada budidaya rumput laut terintegrasi, rumput laut berperan sebagai sumber makanan, penyerap CO₂ dan unsur hara, dan penghasil oksigen untuk komponen lainnya. Peranan rumput laut dalam sistem budidaya terintegrasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Feses ikan, udang, dan kerang adalah merupakan limbah padat organik yang kaya akan nutrisi untuk pertumbuhan bakteri. Selain itu ikan, udang, dan kerang juga mengeskresikan ammonia yang juga dapat digunakan oleh bakteri. Bakteri kemudian melakukan proses nitrifikasi dengan mengubah ammonia atau ammonium menjadi nitrat. Nitrat tidak berbahaya bagi organisme akuatik namun dapat digunakan sebagai unsur hara untuk bertumbuhnya rumput laut. Limbah dari budidaya hewan akuatik tidak hanya berupa nitrogen tapi juga fosfat. Jumlah ammonia, nitrogen, dan fosfat yang terdapat dalam limbah budidaya masing masing dapat mencapai 0.2-0.5; 0.05, dan 0.15 g per mL (1998). Rumput laut juga dapat mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh organisme peliharaan (Han, *et al.*, 2013). Meskipun demikian harus diperhatikan bahwa rumput laut juga mengkonsumsi oksigen pada malam hari untuk proses respirasi. Selain itu rumput laut juga dapat menjadi makanan untuk hewan peliharaan seperti abalon, ikan herbivora seperti ikan baronang, dan bulu babi.



Gambar 9.1 Peranan Rumput Laut dalam Budidaya Terintegrasi

Melalui budidaya rumput laut terintegrasi, pembudidaya dapat meningkatkan pendapatannya yaitu dengan semakin tingginya dan beragamnya komoditas yang dihasilkan. Selain itu total biaya produksi relatif semakin rendah dibandingkan dengan total pendapatan yang dihasilkan.

9.2 Keuntungan dan Kekurangan Budidaya Rumput Terintegrasi

Budidaya rumput laut secara terintegrasi menghasilkan manfaat melalui tiga cara yaitu meningkatkan produksi dan keanekaragaman komoditas, lebih ramah lingkungan, dan memiliki dampak sosial yang positif.

Peningkatan produksi dan keanekaragaman komoditi

Budidaya terintegrasi yang dilakukan dengan baik dapat meningkatkan produksi dan keuntungan. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa tingkat produksi budidaya terintegrasi antara rumput laut dan ikan baronang lebih baik dibandingkan dengan tingkat produksi rumput laut yang diproduksi secara monokultur (Saimima, Basir, 2020). Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Gultom, *et al.* (2019) menunjukkan bahwa budidaya rumput laut yang diintegrasikan dengan abalon memiliki pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang monokultur. Peningkatan pertumbuhan dan adanya komoditas tambahan secara langsung akan meningkatkan keuntungan pembudidaya. Penelitian yang dilakukan oleh Tran, *et al.* (2020) menunjukkan bahwa dengan budidaya terintegrasi antara rumput laut, tilapia, dan udang, maka ratio keuntungan dan biaya akan menjadi lebih tinggi dibandingkan jika tidak menerapkan budidaya terintegrasi.

Seperti halnya dengan budidaya terintegrasi lainnya, budidaya rumput laut terintegrasi tidak hanya menghasilkan produksi rumput laut namun juga akan menghasilkan komoditas lain seperti ikan, kerang, atau udang. Dengan bertambahnya jumlah komoditas maka tingkat keuntungan juga akan bertambah.

Adanya keanekaragaman produk akan memberikan kesempatan pada pembudidaya untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar. Komoditas alternative akan mengurangi tingkat kerugian ekonomi jika komoditas utama seperti rumput laut mengalami kegagalan panen. Selain itu keanekaragaman komoditi juga dapat mendukung terwujudnya diversifikasi pangan sehingga pembudidaya dapat memperoleh nutrisi yang seimbang yang diperoleh dari beragam jenis makanan yang mereka produksi.

Ramah lingkungan

Rumput laut memiliki pengaruh yang sangat signifikan dalam mengurangi tingkat eutrofikasi suatu perairan dengan cara menyerap unsur hara yang terlarut dalam air. Selain itu

rumput laut adalah tanaman yang mampu mengasimilasi carbon dengan jumlah yang sangat tinggi. Mashoreng, *et al.* (2019) melaporkan bahwa budidaya rumput laut mampu mengasimilasi CO₂ sebanyak 3,2 juta ton per tahun. Melalui budidaya rumput laut yang terintegrasi dengan organisme lain, maka limbah budidaya yang dihasilkan dapat dikurangi. Pemeliharaan rumput laut yang diintegrasikan dengan abalone dalam sistem resirkulasi menunjukkan bahwa proporsi jumlah unsur hara terlarut (ammonia, phosphor, nitrat, dan nitrit dapat dihilangkan secara signifikan (Robertson-Andersson, 2006).

Rumput laut dalam sistem budidaya terintegrasi dapat menjadi biofilter yang sangat efektif dan efisien karena memiliki tingkat produktifitas yang tinggi, dapat dikultur dengan mudah serta memiliki nilai ekonomis (Neori, *et al.*, 2004). Oleh karena itu budidaya rumput laut terintegrasi adalah merupakan sistem budidaya yang *zero waste* sehingga dapat diterapkan untuk mendukung kegiatan budidaya yang berkelanjutan.

Dampak sosial

Konsumen makanan laut saat ini tidak hanya mengharapkan produk yang murah dan bergizi, namun juga memperhatikan bagaimana produk tersebut diproduksi, dan memperhatikan dampak dari proses produksi tersebut terhadap masyarakat di sekitarnya (Neori, 2008). Oleh karena itu budidaya rumput laut terintegrasi dengan berbagai komoditas perikanan lainnya dapat menjadi salah satu teknik budidaya yang diterima oleh masyarakat karena dianggap lebih ramah terhadap lingkungan.

Dengan meningkatnya tingkat produksi dengan penambahan input yang relatif rendah akan meningkatkan pendapatan masyarakat, sehingga kesejahteraan masyarakat akan menjadi lebih baik. Selain itu budidaya terintegrasi juga akan menyediakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat karena bertambahnya kegiatan dan jam kerja dalam proses produksi.

Budidaya terintegrasi juga terbukti mampu untuk meningkatkan daya pulih masyarakat yang terkena dampak dari pemanasan global (Tran et al., 2020). Dengan budidaya terintegrasi pembudidaya dapat mempertahankan sumber pendapatannya dengan tetap memproduksi komoditas yang berbeda secara terus menerus secara bergantian. Selain itu dengan adanya berbagai komoditas yang diproduksi, maka pembudidaya memiliki kesempatan untuk memenuhi kebutuhan pangannya secara lebih beragam.

Kekurangan budidaya rumput laut terintegrasi

Budidaya rumput laut relatif lebih mudah dilakukan dan hanya memerlukan peralatan yang sederhana seperti bibit, tali, dan pelampung, namun dengan diterapkannya teknologi budidaya yang terintegrasi maka pembudidaya harus melakukan tambahan investasi dan juga memerlukan pengetahuan dan keterampilan yang baru. Memelihara ikan relatif lebih sulit daripada memelihara rumput laut, utamanya jika pemeliharaan ikan tersebut dilakukan di perairan terbuka. Selain itu pemeliharaan ikan atau udang, membutuhkan input pakan yang mungkin saja memerlukan modal yang lebih besar. Pemeliharaan ikan juga membutuhkan pengawasan yang lebih intensif karena adanya pemberian pakan yang diberikan secara teratur setiap hari.

Ketidakseimbangan komposisi biota dalam budidaya terintegrasi dapat menyebabkan terganggunya proses pencucian padatan di dasar perairan. Budidaya ikan yang intensif akan menghasilkan limbah yang akan mengendap di dasar perairan dan disisi lain keberadaan rumput laut disekitar daerah budidaya dapat memperlambat pergerakan air sehingga pencucian bahan organik menjadi terhambat. Keberadaan rumput laut dengan kerapatan yang tinggi juga dapat menyebabkan terganggunya produktifitas fitoplankton dan komunitas bentik akibat adanya efek *shading* oleh rumput laut di

permukaan (Boyd, *et al.*, 2005). Rumput laut melakukan respirasi pada malam hari yang membutuhkan oksigen. Keberadaan rumput laut dapat menurunkan oksigen dalam tambak yang dapat membahayakan udang (Susilowati, *et al.*, 2014), dan oleh karena itu perlu dilakukan penambahan investasi untuk mengatasi kemungkinan efek negatif yang timbul yaitu melalui penambahan suplai oksigen ke dalam air di malam hari.

Pemilihan lokasi yang tidak tepat dapat menyebabkan perusakan terhadap lingkungan. Penempatan keramba untuk ikan dan rakit untuk rumput laut dapat merusak karang akibat penempatan jangkar, patok kayu, dan bongkahan batu sebagai penambat media budidaya. Budidaya rumput laut yang dilibatkan dalam sistem IMTA sebagai biofilter membutuhkan penambahan luas areal budidaya. Luasnya areal IMTA dapat menyebabkan terjadinya komplik penggunaan lahan.

Meskipun budidaya terintegrasi memiliki kekurangan namun kelebihan budidaya rumput laut masih lebih banyak sehingga kekhawatiran mengenai kekurangan tersebut seharusnya tidak menjadi kendala dalam menerapkan budidaya rumput laut yang terintegrasi. Selain itu dampak negatif budidaya rumput laut terintegrasi dapat diatasi jika kegiatan budidaya dilakukan dengan baik dan benar. Hasselström, *et al.* (2018) melaporkan bahwa efek negatif budidaya rumput laut hanya bersifat lokal di sekitar daerah budidaya sedangkan efek positifnya dapat meliputi wilayah yang luas.

9.3 Rumput Laut Sebagai Komoditas Utama

Jenis rumput laut yang biasa dipelihara dalam tambak adalah *Gracillaria* sp..Pembudidaya memilih memelihara *Gracillaria* sp. ditambak karena teknik pemeliharaan yang lebih sederhana dan tidak memerlukan modal yang lebih tinggi dibandingkan dengan memelihara ikan. Selain itu panen *Gracillaria* sp. dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat

yaitu pada umur 45 sampai 60 hari. Kontrol unsur hara di dalam tambak lebih mudah dilakukan yaitu dengan melakukan penambahan pupuk.

Isoni, *et al.* (2020), bahwa pemeliharaan *Gracillaria* sp. yang dikombinasikan dengan ikan bandeng dalam tambak menunjukkan bahwa keberadaan *Gracillaria* sp. dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan bandeng. Lebih lanjut disebutkan bahwa ikan bandeng memberikan keuntungan kepada rumput laut yaitu dengan memakan tanaman epifit yang menempel pada thallus. Selain itu pergerakan ikan bandeng dalam tambak akan mempengaruhi pergerakan air di sekitar rumput laut yang akan menjaga agar partikel kotoran yang menempel di thallus dapat terbuang. Penelitian lainnya oleh Diatin, *et al.* (2020) menunjukkan bahwa jika *Gracillaria* sp. ikan bandeng, dan udang windu dipelihara secara terintegrasi maka akan menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi hingga 6 kali lipat dibandingkan jika hanya memelihara *Gracillaria* sp. dengan ikan bandeng. Kombinasi *Gracillaria* sp. dengan ikan baronang (*Siganus gutatus*) dalam keramba juga dapat dilakukan namun jika jumlah ikan baronang terlalu banyak maka akan mengurangi produksi *Gracillaria* sp (Faisal, *et al.*, 2013). Kombinasi antara rumput laut dengan ikan herbivora yang memakan rumput laut akan secara signifikan mengurangi produksi rumput laut, namun karena harga ikan herbivora yang lebih tinggi dibandingkan dengan rumput laut maka keberadaan ikan herbivora tersebut tidak akan menyebabkan terjadinya kerugian namun justru akan meningkatkan pendapatan petani.

Salah satu kendala dalam budidaya rumput laut adalah tingginya populasi organisme penempel *biofouling* atau epifit. Organisme penempel tersebut menempel pada thallus sehingga mengurangi akses rumput laut terhadap cahaya dan unsur hara yang akhirnya akan menurunkan tingkat pertumbuhan dan juga kualitas rumput laut. Penghilangan *biofouling* tersebut

memerlukan biaya pemeliharaan yang tinggi. Dengan budidaya rumput laut *Saccharina latissima* terintegrasi dengan kerang hijau (*Mytilus edulis*) dan tiram pasifik (*Magallana gigas*) maka jumlah organisme penempel dapat berkurang hingga 40% dan disisi lain unsur hara N dan phospat meningkat untuk rumput laut (Hargrave, *et al.*, 2021).

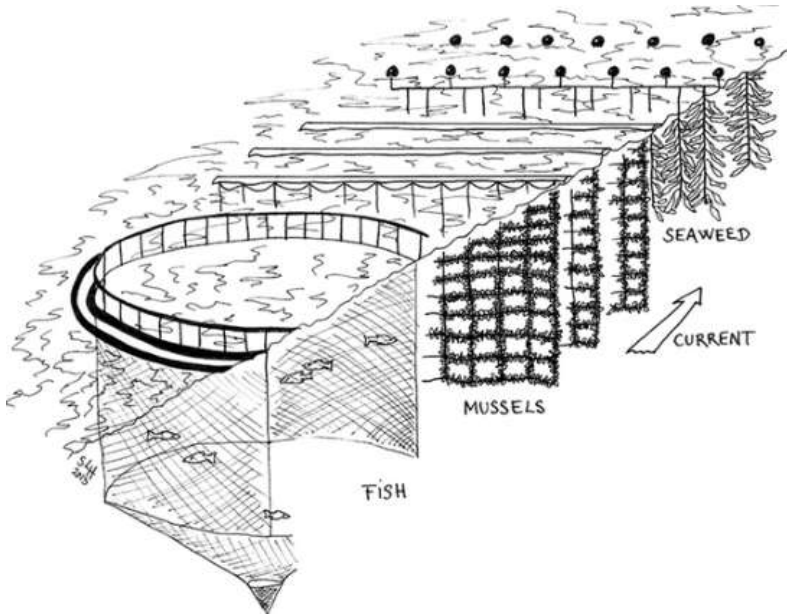
Kegiatan budidaya rumput laut juga dapat diintegrasikan dengan kegiatan penangkapan ikan (Najamuddin, *et al.*, 2020). Ikan menggunakan daerah budidaya rumput laut bersembunyi, dan mencari makan. Ikan yang tertangkap dengan menggunakan alat tangkap seperti bubu, *fyke net*, jaring insang dapat menambah penghasilan pembudidaya.

9.4 Rumput Laut Sebagai Biofilter Dalam Budidaya Terintegrasi

Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) menempatkan rumput laut sebagai biofilter. IMTA kebanyakan dilakukan di perairan terbuka dimana ikan atau udang dipelihara dalam keramba sedangkan rumput laut dipelihara di luar keramba, namun demikian sistem IMTA juga dapat diterapkan pada *land-base* akuakultur dimana rumput laut ditempatkan dalam tambak atau kolam. Pada sistem *land-base*, kondisi lingkungan dapat dikontrol secara penuh, meliputi semua parameter kualitas air dan kandungan unsur hara yang tersedia. Ketersediaan unsur hara untuk rumput laut dapat disesuaikan dengan menghitung jumlah limbah yang dihasilkan oleh ikan/udang dan jumlah unsur hara yang tersedia secara alami. Interaksi antara organisme peliharaan juga dapat dikontrol yaitu hanya organisme peliharaan yang mendapatkan manfaat sepenuhnya dari keberadaan rumput laut ataupun sebaliknya. Jenis spesies rumput laut yang dapat dipilih adalah *Poryphyra* sp., *Ulva* sp., *Codium* sp., *Chondrus crispus*, dan *Gracillaria* sp., yang dikombinasikan dengan, udang, bulu babi, timun laut, abalone, dan cacing laut (Brunner, Jacquemin, 2022).

Pada budidaya rumput laut terintegrasi dengan sistem *water-base* di perairan terbuka, maka kondisi lingkungan budidaya tidak dapat dikontrol. Kualitas air termasuk ketersediaan unsur hara untuk rumput laut sangat tergantung dari kondisi perairan yaitu arus/pergerakan air, tingkat kesuburan perairan, dan kondisi cuaca/iklim. Interaksi antara organisme yang dipelihara juga tidak dapat dikontrol dimana hewan peliharaan bisa saja tidak mendapatkan manfaat sepenuhnya dari keberadaan rumput laut maupun sebaliknya. Lokasi yang berada di perairan terbuka akan menyebabkan tidak semua unsur hara yang diproduksi dari penguraian limbah padatan dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh rumput laut. Jenis rumput laut yang dapat dipelihara pada sistem *water-base* adalah berbagai spesies *kelp*, *Porphyra* sp., *Palmaria palmata*, *Ulva* sp., dan *Gracillaria* sp., yang dikombinasikan dengan ikan, kerang bivalvia, tiram, abalon, dan bulu babi (Brunner, Jacquemin, 2022).

Penempatan area rumput laut dalam sistem IMTA *water-base* mempertimbangkan arah arus air agar limbah yang dihasilkan dari keramba semaksimal mungkin dapat diasimilasi menjadi biomassa rumput laut (Gambar 2).



Gambar 4.4 Penempatan Area Budidaya Rumput Laut dalam IMTA *water-base* (Sumber Holdt, Edwards (2014)).

Contoh budidaya rumput laut dalam sistem IMTA adalah kombinasi antara rumput laut, ikan, dan kerang. Kerang dapat ditempatkan di dasar perairan maupun tergantung pada sistem rakit atau *longline*. Kerang bersifat filter feeder yang mengkonsumsi bahan organik dan phytoplankton. Oleh karena itu ketersediaan makanan untuk kerang sangat bergantung pada pergerakan air yang membawa bahan organik dan phytoplankton. Area pemeliharaan ikan, kerang dan rumput laut disusun berderet searah dengan arah arus yang akan membawa bahan organik hasil ekskresi dari ikan ke kerang, dan ke rumput laut. Kerang sebagai biofilter dapat mengasimilasi nitrogen melalui konsumsi fitoplankton dan pada saat yang sama juga akan menghasilkan nitrogen yang akan digunakan oleh rumput laut. Holdt & Edwards (2014) melaporkan bahwa kerang mengambil lebih banyak nitrogen terlarut dari pada yang dilepaskannya di air. Kombinasi antara ikan, kerang hijau dan *Ulva sp.* akan menghasilkan pertumbuhan rumput laut yang

lebih tinggi jika dibandingkan dengan rumput laut yang dipelihara dengan sistem monokultur atau jika hanya dikombinasikan dengan ikan (Nardelli, *et al.*, 2019). Jika rumput laut dikultur dengan kerang hijau maka pertumbuhan rumput laut tidak meningkat secara signifikan dibandingkan dengan rumput laut yang dikultur secara monokultur (Tonk & Jansen, 2019).

Sasikumar & Viji (2015) menunjukkan bahwa rumput laut sebagai biofilter pada budidaya udang *Fenneropenaeus indicus* pada rasio 3:1 antara udang dan rumput laut mampu untuk menghilangkan 25% amonia, 22% nitrat, dan 14% phospat dari air buangan tambak udang. Lebih lanjut dilaporkan bahwa pada kombinasi rumput laut *Gracillaria lemaneiformis* dan scallop *Chlamys farreri* dengan rasio 1:0.3 sampai 1:0.8 mampu menjaga tingkat kesuburan perairan. Kombinasi antara rumput laut *Saccharina latissima* dan *Alaria esculenta* dan kerang hijau (*Mytilus edulis*) yang dipelihara secara bersama-sama dalam sistem IMTA menunjukkan bahwa pertumbuhan rumput laut tersebut meningkat 46% sedangkan pertumbuhan kerang hijau meningkat 50%.

9.5 Hal Hal Yang Perlu Diperhatikan Dalam Budidaya Rumput Laut Yang Terintegrasi

Jenis biota

Selain karena nilai ekonomisnya setiap jenis biota yang terlibat termasuk jenis rumput laut dalam kegiatan budidaya mampu beradaptasi dengan baik sehingga produktifitas setiap biota dapat tetap optimal. Pada budidaya tambak jenis *Gracillaria* sp lebih baik dibandingkan dengan jenis rumput laut *Euchema* sp. Sebagai biofilter, rumput laut memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam melakukan filtrasi total nitrogen dan jenis nitrogen (NO_3^+ , NO_2^- , NH_4^+) sehingga pemilihan jenis rumput laut juga harus mempertimbangkan jenis limbah N yang banyak dihasilkan (Kang et al., 2011).

Pemilihan jenis ikan juga perlu mendapat perhatian. Ikan herbivora seperti ikan baronang dapat memakan rumput laut sehingga mengurangi produksi rumput laut. Oleh karena itu jika tujuan utamanya adalah untuk memproduksi rumput laut maka sebaiknya menggunakan jenis ikan lain yang tidak memakan rumput laut seperti ikan bandeng atau udang. Jenis ikan atau udang yang dipilih seharusnya dapat mengkonsumsi pakan buatan. Pakan buatan yang dikonsumsi oleh ikan akan dibuang sebagai feses dan menjadi unsur hara untuk rumput laut namun jika ikan tidak dapat menerima pakan buatan dengan baik, maka pertumbuhan rumput laut tidak akan optimal karena hanya tergantung pada unsur hara yang tersedia secara alami.

Kerang sangat baik digunakan pada sistem IMTA karena memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mengasimilasi nitrogen anorganik dibandingkan dengan rumput laut (Holdt, Edwards, 2014), namun demikian tidak semua kerang dapat hidup di perairan dengan kandungan unsur hara yang rendah (Chatzivasileiou, *et al.*, 2022). Pergantian biota termasuk jenis rumput laut yang dipelihara dapat dilakukan untuk mengantisipasi perubahan cuaca. Beberapa jenis rumput laut memiliki toleransi suhu yang luas, dan beberapa jenis lainnya memiliki toleransi suhu yang sempit (Eggert, 2012).

Komposisi biota

Keseimbangan jumlah setiap biota dalam sistem budidaya adalah hal yang sangat penting agar manfaat budidaya terintegrasi yang diperoleh dapat lebih optimal. Kepadatan ikan yang tinggi dalam keramba akan menghasilkan lebih banyak bahan organik yang tersuspensi sehingga luasan lahan untuk kegiatan budidaya rumput laut juga harus lebih tinggi. Menurut Shpigel (2012), sebagai perbandingan luasan lahan (ha) antara ikan kakap dan rumput laut *Ulva* sp. adalah 1:2.5, sedangkan jika menggunakan ikan kakap, *Ulva* sp., abalone, dan bulu babi maka perbandingan luasan lahan pemeliharaan adalah 1:2.5:1.8:1.8.

Lebih lanjut bahwa jika luas areal pemeliharaan untuk organisme yang bersifat *filter feeder* ditingkatkan maka luas lahan (ha) untuk budidaya *Ulva* sp. bisa diturunkan sehingga perbandingan luasan lahan untuk ikan kakap, tiram dan *Ulva* sp. adalah 1:4:0.5.

Pemeliharaan ikan baronang dan rumput laut secara bersama-sama dalam tambak terbukti dapat meningkatkan pendapatan, namun demikian jika jumlah ikan baronang dan rumput laut yang ditebar tidak seimbang maka produksi rumput laut dan ikan akan menurun. Penebaran rumput laut yang terlalu sedikit yaitu 9 rumpun (900 g) yang dipelihara dengan 5 ekor ikan baronang akan menghasilkan berat akhir rumput laut dan ikan baronang yang sangat rendah masing-masing 0.4 kg/m² dan 0.3 kg/m², sedangkan jika ditebar bibit rumput laut sebanyak 27 rumpun (2700 g) dan 5 ekor ikan baronang maka akan menghasilkan ikan baronang dan rumput laut masing-masing sebesar 1.4 kg/m² dan 0.4 kg/m² (Kartawijaya, 2013).

Wadah budidaya

Budidaya rumput laut dapat dilakukan di dalam tambak ataupun di perairan terbuka. Pemilihan dan penempatan wadah budidaya rumput laut akan mempengaruhi keberhasilan produksi. Pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* dan *Euchema denticulum* yang dipelihara dalam kurungan/keramba terapung lebih baik dibandingkan jika rumput laut tersebut dipelihara dengan sistem *longline* (Kasim, et al., 2020). Penggunaan keramba dapat melindungi rumput laut dari serangan predator seperti ikan herbivora dan bulu babi. Namun demikian penerapan *longline* tetap dapat dilakukan jika jumlah predator tidak mengancam produktifitas rumput laut. Penanaman rumput laut secara vertikal akan lebih optimal dalam menyerap unsur hara yang terbawa bersama air yang berasal dari tempat pemeliharaan ikan.

Area pemeliharaan rumput laut di perairan terbuka ditempatkan searah dengan arah arus yang dominan sehingga

limbah dari wadah pemeliharaan ikan dapat terbawa ke area pemeliharaan rumput laut. Oleh karena itu arah arus yang dominan sepanjang tahun harus ditentukan terlebih dahulu sebelum menentukan lokasi budidaya ikan. Pada budidaya *land-base*, kolam pemeliharaan rumput laut menerima air buangan dari kolam ikan sebelum dibuang ke perairan bebas atau sebelum diresirkulasikan kembali ke dalam kolam ikan.

Lokasi

Budidaya rumput laut terintegrasi di perairan terbuka membutuhkan areal yang luas yaitu dua hingga tiga kali dari areal luas pemeliharaan ikan. Kondisi arus perairan sangat menentukan keberhasilan IMTA. Jika perairan tidak memiliki arah arus yang dominan atau arus selalu mengalami perubahan arah karena adanya gelombang pasang maka manfaat IMTA tidak dapat tercapai.

Penempatan areal budidaya di dekat pantai kemungkinan akan memunculkan terjadinya konflik kepentingan jika area yang tersedia terbatas. Untuk menghindari terjadinya konflik kepentingan maka budidaya rumput laut terintegrasi dapat diletakkan jauh dari pantai, namun hal ini tentu saja akan mengakibatkan semakin tingginya biaya investasi dan operasional. Budidaya yang dilakukan jauh dari pantai memungkinkan para pembudidaya untuk memperluas areal budidaya tanpa menimbulkan konflik kepentingan. Akan tetapi, kandungan unsur hara air akan semakin menurun dengan semakin jauhnya lokasi dari bibir pantai.

Pada umumnya penempatan media budidaya IMTA di perairan yang terlindungi lebih cocok untuk diterapkan dibandingkan jika ditempatkan di perairan yang tidak terlindungi. Pergerakan air/gelombang yang kuat dapat menyebabkan tiram dan rumput laut terlepas dari media budidaya.

9.6 Penutup

Budidaya rumput laut terintegrasi adalah budidaya yang menggunakan rumput laut sebagai salah satu komponen baik sebagai komponen utama atau pun tambahan yang dikombinasikan dengan komponen lain (misalnya ikan, kerang, udang, dan echinodermata) sehingga terbentuk ekosistem yang mendukung peningkatan produksi. Rumput laut dalam budidaya terintegrasi memiliki peran sebagai sumber makanan untuk ikan dan sekaligus sebagai biofilter untuk limbah yang dihasilkan oleh ikan.

Budidaya rumput laut terintegrasi menghasilkan total produksi yang lebih tinggi dan komoditi yang lebih beragam dibandingkan dengan monokultur rumput laut. Budidaya terintegrasi lebih ramah lingkungan karena limbah yang dihasilkan dari komponen lain dapat diasimilasi menjadi biomassa rumput laut yang dapat dipanen. Dengan budidaya terintegrasi, maka komoditas yang dihasilkan lebih dapat diterima oleh konsumen karena diproduksi dengan teknologi yang ramah lingkungan. Selain itu pembudidaya mendapatkan keuntungan yang lebih tinggi karena mampu meningkatkan pendapatannya melalui produksi komoditas yang lebih tinggi dan beragam.

Beberapa hal yang perlu mendapatkan perhatian dalam implementasi budidaya terintegrasi adalah perlunya memilih spesies rumput laut, kerang, dan ikan yang sesuai dan dalam komposisi yang tepat dengan teknik budidaya yang benar agar ekosistem yang terbentuk dapat mendukung untuk peningkatan produksi maupun untuk filterisasi limbah. Selain itu lokasi yang dipilih sedapat mungkin sesuai dengan kebutuhan dari setiap organisme peliharaan dan tidak mengganggu kepentingan pengguna lainnya.

Bab 10

Panen Rumput Laut

Kegiatan pemanenan merupakan tahapan akhir dari seluruh rangkaian kegiatan budidaya rumput laut. Pemanenan rumput laut dapat dilakukan secara selektif maupun panen total. Baik buruk kualitas rumput laut yang telah ditanam dapat dilihat dilihat dari hasil panen. Rumput laut sebaiknya dipanen pada umur yang tepat, hal ini bertujuan agar kandungan keraginan yang dihasilkan rumput laut dapat maksimal. Rumput laut sebaiknya mulai dipanen pada umur 45 hari setelah pemeliharaan karena pada umur itu kandungan keraginan pada rumput laut sudah optimal Bobot panen rumput lain berkisar 500 – 600 gr atau ketika bobot rumput laut telah mencapai 4 kali bobot awal penanaman. Apabila pemanenan dilakukan kurang dari umur tersebut maka akan dihasilkan rumput laut yang berkualitas jelek dan jika lewat dari dari umur kualitas rumput laut akan menurun. Akan tetapi untuk pemanenan bibit rumput laut dapat dilakukan pada umur pemeliharaan 25-35 hari.

10. 1. Teknik Panen

Pemanenan rumput laut sebaiknya dilakukan pada saat cuaca cerah agar kualitas rumput laut yang dihasilkan dapat terjamin. Waktu panen rumput laut sebaiknya dilakukan pada pagi hari agar rumput laut yang telah dipanen sempat dijemur terlebih dahulu sebelum disimpan agar mengurangi penurunan kualitas rumput laut. Pemanenan rumput laut dapat dilakukan dengan dua cara yakni panen selektif dan panen total. Panen

selektif dilakukan dengan cara memotong tanaman secara langsung dari tali ris tanpa harus melepas tali ris. Keuntungan cara ini adalah dapat menghemat tali ris pengikat rumput laut, namun cara ini memerlukan waktu kerja yang cukup lama. Sedangkan pemanenan total dilakukan dengan cara mengangkat seluruh tanaman rumput laut. Metode ini memiliki keuntungan lebih praktis dan lebih cepat jika dibandingkan dengan panen selektif. Selain itu dengan metode ini dapat sekaligus memilih thallus muda yang potensial untuk dijadikan bibit. Kelemahan metode ini pembudidaya perlu menyiapkan tali ris pengganti/baru setiap kali penanaman rumput laut.

Panen rumput laut secara keseluruhan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Rumput laut dibersihkan dari kotoran atau tanaman lain yang melekat sebelum dipanen.
- 2) Tali ris yang penuh dengan ikatan rumput laut dilepaskan dari bambu, rakit ataupun tali utama.
- 3) Letakkan gulungan tali ris yang berisi rumpun rumput laut ke dalam sampan atau perahu.
- 4) Bawa rumput laut ke darat, lepaskan rumpun rumput laut dari tali ris dan petik thallus muda untuk dijadikan bibit pada penanaman berikutnya.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan seleksi hasil panen basah antara lain :

- 1) Memisahkan antara rumput laut siap jemur/panen dengan thallus untuk dijadikan bibit rumput laut. Umur rumput laut siap panen dengan bibit dapat dilihat berdasarkan tampilan thallus rumput laut. Thallus yang muda cenderung mempunyai tampilan warna cerah/transparan serta bila dipatahkan akan langsung patah dengan mudah.

- 2) Memisahkan rumput laut dengan jenis rumput laut lain, biasanya tidak jarang pada saat proses budidaya rumput laut *Eucheuma cottoni* terdapat jenis lain yang menjadi kompetitor misalnya, *Gracillaria*, *Spinosum* sp maupun *Sargassum* yang menempel pada rumput terutama pada budidaya dengan metode lepas dasar.
- 3) Memisahkan rumput laut dari kemungkinan menempelnya jenis ganggang/lumut, kotoran maupun jenis hewan air penempel lain
- 4) Hasil panen rumput laut basah harus dibersihkan dengan jalan dicuci sebelumnya dengan air laut sebelum dijemur.



Gambar 1. Rumput laut yang dijemur dan rumput laut muda yang akan dijadikan bibit

(Dokumentasi Pribadi)

Seleksi hasil panen rumput laut basah dilakukan guna menjamin mutu rumput laut agar sesuai dengan standar yang diinginkan pihak industry pengolah. Secara umum standar hasil panen rumput laut basah yang perlu diperhatikan, meliputi :

- 1) Umur panen rumput laut harus memenuhi standar yaitu antara umur 45-50 hari. Pada umur tersebut rumput laut

telah memiliki mutu baik terutama pada *gel strength* dan kandungan karaginan.

- 2) Hindari terjadi patahan pada batang maupun thallus rumput laut yang disebabkan oleh perlakuan panen yang kurang benar. Seperti, mematahkan rumput laut secara langsung dengan tangan atau terserut. Hal ini akan menyebabkan keluarnya gel secara berlebih melalui permukaan patahan dan akan berpengaruh terhadap *gel strength* rumput laut.
- 3) Rumput laut harus bersih dari organisme penempelan seperti ganggang, lumut dan kotoran lain serta thallus dan batang normal.
- 4) Rumput laut yang baik memiliki bau khas alamiah.



Gambar 2. Proses seleksi hasil panen rumput laut

(Dokumentasi Pribadi)

10.2. Kandungan Rumput Laut

Rumput laut merupakan salah satu penghasil hidrokoloid, hidrokoloid sendiri merupakan suatu polimer yang larut dalam air dan mempunyai kemampuan untuk mengentalkan larutan

atau membentuk sistem gel encer dari larutan tersebut. Senyawa hidrokoloid terdiri atas golongan karbohidrat seperti karagenan, pati tapioka, dan selulosa serta golongan protein, yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan pangan untuk mengentalkan, menstabilkan dan pembentuk gel berbagai macam makanan. Senyawa hidrokoloid ini banyak digunakan oleh berbagai industri sebagai bahan dasar dalam pembuatan 500 jenis produk komersial. Senyawa ini di dunia industri digunakan sebagai bahan pembentuk gel, penstabil, pengemulsi, pensuspensi dan pedispersi. Beberapa industri yang memanfaatkan rumput laut antara lain industri makanan, minuman, farmasi, kosmetik, cat tekstil, film, kertas, dan keramik.

A. Agar

Agar merupakan senyawa yang dihasilkan oleh rumput laut memiliki kekuatan gel yang sangat kuat. Agar dihasilkan dari hasil ekstraksi rumput laut kelas *Rhodophyceae* dengan jenis *Glacilaria*, *Gelidium*, *Pterocladia*, *Acanthopeltis*, dan *Ceramium*. Agar merupakan senyawa polisakarida dengan rantai panjang yang tersusun oleh dua unit molekul *agarose* dan *agaropektin*. Agar banyak digunakan pada industri makanan dalam bentuk jelly, ice cream, makanan kaleng, roti, permen, manis dan selai.

B. Karaginan

Keraginan yaitu senyawa hidrokoloid yang merupakan senyawa polisakarida rantai panjang yang diekstraksi dari rumput laut. Keraginan berasal dari jenis rumput laut penghasil karaginan antara lain *Eucheuma* sp., *Chondrus* sp., *Hypnea* sp., dan *Gigartina* sp. Senyawa polisakarida ini tersusun atas sejumlah unit galaktosa dengan ikatan α (1,3) D-galaktosa dan β (1,4) 3,6-anhidrogalaktosa secara bergantian baik mengandung ester sulfat dan tanpa sulfat. Karaginan dibedakan menjadi 3 macam yaitu *iotakaraginan*,

kappa-karaginan, dan *lambda-karaginan*. Ketiga jenis karaginan ini memiliki sifat gel dan reaksinya terhadap protein. Kappa-karaginan menghasilkan gel yang kuat, iotakaraginan membentuk gel halus dan mudah dibentuk.

C. Alginat

Alginat merupakan hidrokoloid yang diekstraksi dari rumput laut jenis *Phaeophyceae* (alga coklat) seperti rumput laut dari genus *Laminaria*, *Lessonia*, *Ascophyllum*, *Sargassum* dan *Turbinaria*. Alginat digunakan dalam industri sebagai bahan pengental, pensuspensi, penstabil, pembentuk film, pembentuk gel, dan bahan pengemulsi.

Bab 11

Pengolahan Pasca Panen

11.1 Pengantar

Produksi rumput laut Indonesia berkontribusi besar terhadap kebutuhan dunia sehingga mampu menjadi salah satu komoditas ekspor yang bernilai ekonomis tinggi. Data menunjukkan bahwa jumlah ekspor Indonesia, khususnya komoditas rumput laut, berada di nomor 2 (dua) dunia setelah negara Cina. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Kementerian Perikanan dan Kelautan Indonesia, jumlah produksi rumput laut di tahun 2017-2021 disajikan pada tabel 11.1.

Tabel 11.1 Jumlah Produksi Rumput Laut Indonesia tahun 2017-2021

Tahun	Jumlah Produksi (Ton)
2017	10.547.552
2018	10.320.226
2019	9.655.534
2020	9.923.259
2021	9.120.000

Sumber: <https://www.tribunnews.com/bisnis/2021/09/29/spora-jadi-masa-depan-pengembangan-budidaya-rumput-laut-indonesia-produksi-siap-digenjot>

Berdasarkan data pada Tabel 11.1 terlihat bahwa produksi rumput laut Indonesia selalu melebihi angka 9 juta ton setiap tahunnya. Hal ini terbukti bahwa komoditas ekspor rumput laut memiliki prospektif yang masih banyak diminati oleh dunia. Perkembangan rumput laut dunia, tidak hanya digunakan sebagai bahan pangan saja, namun juga dimanfaatkan pada berbagai bidang kehidupan lainnya, misalnya sebagai sumber energi alternatif, bahan kosmetik hingga untuk kebutuhan farmasi.

Awalnya, rumput laut biasa dikonsumsi segar oleh masyarakat pesisir sebagai sayuran ataupun dimanfaatkan untuk salah satu bahan pada pembuatan es. Seiring kemajuan teknologi, rumput laut dimanfaatkan untuk agar-agar. Terbaru, rumput laut dilakukan ekstraksi pada bagian-bagian tertentu untuk dimanfaatkan pada bidang Kesehatan, misalnya antidiabetes. Baik untuk konsumsi ataupun industri yang lainnya, mutu rumput laut segar amat penting untuk dipertahankan. Hal ini karena pada dasarnya, pengolahan tidaklah dapat meningkatkan mutu suatu bahan, namun bersifat mempertahankan mutu produk. Oleh karena itu, bahan baku segar yang berkualitas tinggi, juga akan mendapatkan produk olahan dengan kualitas yang tinggi sehingga juga dapat meningkatkan kualitas industri rumput laut.

Sampai saat ini, kebutuhan rumput laut dalam skala besar hanya untuk kebutuhan industri saja. Namun, permasalahan yang sering terjadi adalah kualitas yang mengalami fluktuasi dari petani rumput laut. Hal ini karena kurangnya pengetahuan terkait pasca panen yang tepat. Akibatnya, rumput laut kering yang dihasilkan masih memiliki kadar air yang relatif tinggi, umur rumput laut yang dipanen tidak tepat dan banyaknya kotoran pada rumput laut. Hal ini menyebabkan harga rumput laut dari petani menjadi rendah (Kusriani, Supriatna, & Widjanarko, 2018). Untuk dapat mempertahankan mutu rumput

laut tetap terjaga, proses pasca panennya amat penting untuk diperhatikan.

Pasca panen sendiri merupakan kegiatan yang dilakukan setelah panen. Kegiatan yang dilakukan umumnya yaitu pencucian, pengeringan, pemilihan (sortir), pengemasan dan penyimpanan (Nurafiah, 2015). Pada bagian ini, akan dibahas tentang hasil-hasil bioteknologi di berbagai bidang sehingga dapat diketahui bagaimana perkembangannya.

11.2 Cara Pemanenan Rumput Laut

Tahap pemanenan rumput laut merupakan salah satu tahap penting sebelum dapat dimanfaatkan. Umumnya, untuk memanen rumput laut tergantung dari bobot yang diinginkan atau ukuran besarnya. Waktu pemeliharaan rumput laut hingga siap untuk dipanen rata-rata yaitu selama 1,5-2 bulan tergantung dari metode penanaman dan perawatan yang dilakukan selama proses pembesarannya (Priono, 2013). Perlakuan pemanenan menurut (Naiu, Koniyo, Nursinar, & Kasim, 2018) dapat mempengaruhi mutu dari karaginan pada rumput laut, antara lain rendemen, kekuatan gel dan viskositasnya serta kadar abu.

Langkah-langkah pemanenan rumput laut (Lechat, et al., 2014) antara lain:

1. Pastikan rumput laut yang dipanen telah berumur lebih dari 45 hari
2. Panen sebaiknya dilakukan pada pagi agar pengeringan dapat langsung dilakukan
3. Panen sebaiknya saat laut sedang surut jika metode tanam yang digunakan adalah metode patok dasar
4. Sebelum panen dilakukan, rumput laut digoyang terlebih dahulu. Tujuannya adalah untuk menghilangkan pasir, lumpur atau kotoran lain yang masih menempel.

5. Lepaskan rumput laut satu persatu dari tali bentangan untuk mendapatkan rumput laut yang berkualitas tinggi
6. Saat pemanenan, jangan menyeret rumput laut karena akan terkena pasir atau lumpur. Sebaiknya diangkat dan langsung masukkan perahu atau wadah lainnya.
7. Jika hari sedang hujan, sebaiknya tidak dilakukan pemanenan demi mendapatkan hasil rumput laut yang berkualitas.

Pemanenan rumput laut tergantung dari jenis yang dibudidayakan. Misalkan rumput laut *Gracilaria verrucosa* dipanen pada usia 3-4 bulan dengan waktu pemanenan pagi ataupun sore. Sebaiknya dilakukan saat cuaca terik sehingga ketika langsung dilakukan pengeringan, kadar air dapat turun dengan signifikan dan kualitas rumput laut terjaga. Selain itu, penampakan rumput laut berwarna hitam kecokelatan dan pertumbuhannya telah merata di daerah tanamnya serta nampak rimbun (Sugiyanto, Izzati, & Prihastanti, 2013)

Untuk mendapatkan hasil panen rumput laut yang berkualitas, maka perlu dilakukan seleksi hasil panen. Berikut merupakan standar mutu hasil panen rumput laut:

- a. Umur panen rumput laut harus memenuhi standar. Misalnya untuk *Eucheuma cottonii* telah berumur 45-50 hari. Pemenuhan umur panen ini berhubungan dengan kualitas kekuatan gel dan kandungan karaginan pada rumput laut.
- b. Tidak terdapat patahan pada batang maupun *thallus* yang disebabkan karena proses panen yang salah. Oleh karena itu, saat panen hindari untuk menyeret langsung rumput laut karena dapat menyebabkan keluarnya gel yang menyebabkan penurunan mutu. Untuk memanen sebaiknya lepaskan tali satu per satu agar kualitas tetap terjaga.

- c. Keadaan rumput laut bersih dan tanpa tertempeli oleh ganggang atau jenis rumput laut yang lainnya serta kotoran lain.

Pada saat memanen hendaknya umur panen rumput laut tidak terlalu cepat atau terlalu lambat. Hal ini karena dapat mempengaruhi kualitas yang dihasilkan. Menurut (Nurafiah, 2015) cara pemanenan rumput laut biasanya yaitu dengan cara melepaskan tali-tali tunggal pada pasak ataupun pada rakit yang berisi rumput laut. Selanjutnya rumput laut diangkat ke atas perahu yang kemudian akan dilakukan pemotongan dan pemilihan bibit untuk ditanam kembali. Bagian rumput laut yang akan ditanam kembali yaitu pada bagian ujung tanaman yang masih muda dengan laju pertumbuhan yang tinggi sehingga waktu pemanenannya juga lebih cepat. Sedangkan bagian yang lainnya, akan dikeringkan dan kemudian diolah atau didistribusikan ke industri-industri yang membutuhkan bahan baku rumput laut pada produk mereka.

11.3 Penanganan Pasca Panen

Sesaat setelah rumput laut diangkat dari perairan tempat hidupnya, maka harus segera ditangani agar tidak terjadi penurunan mutu. Berikut proses-proses yang dilakukan selama penanganan pasca panen.

1. Pencucian

Proses pasca panen yang dilakukan petani saat masih di kapal umumnya yaitu sampai pencucian dengan menggunakan air laut. Menurut (Nurafiah, 2015) pencucian rumput laut dengan menggunakan air laut dilakukan untuk mempertahankan warna aslinya agar tidak pudar. Oleh karena itu, petani rumput laut jarang menggunakan air tawar karena akan membuat warna rumput laut menjadi pudar. Kecuali jika ada pembeli yang menginginkan pengurangan kadar garam pada rumput laut, maka petani akan melakukan perendaman dengan menggunakan air tawar terlebih dahulu. Selain dapat

mempertahankan warna asli rumput laut, pencucian ini dilakukan untuk menghilangkan kotoran dan pasir yang masih menempel. Ditambahkan oleh (Sugiyanto, Izzati, & Prihastanti, 2013) pencucian dilakukan untuk menghilangkan lumpur yang dapat membuat rumput laut menempel satu sama lain sehingga dapat mengganggu proses pengeringan.

Langkah-langkah pencucian (Naiu, Koniyo, Nursinar, & Kasim, 2018) adalah sebagai berikut:

- a. Pencucian rumput laut dapat dibedakan menjadi dua. Pertama rumput laut yang dibudidayakan di laut, maka dicuci dengan menggunakan air laut bersih. Sedangkan rumput laut yang dibudidayakan di tambak, maka dicuci dengan menggunakan air tambak bersih.
- b. Jika perlu, dilakukan perendaman terlebih dahulu agar kotoran yang menempel data benar-benar hilang, khususnya lumpur dan pasir.
- c. Untuk proses pencucian dapat dilakukan pada rumput laut basah ataupun kering.
- d. Jenis rumput laut *Eucheuma cottonii* dapat direndam dengan menggunakan larutan KOH 0,5-3,0 % selama 2-3 jam. Sedangkan rumput laut coklat jenis *Sargassum* sp. dapat direndam pada larutan KOH 0,1-0,2 %. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kekuatan gel. Untuk rumput laut jenis lainnya dapat menggunakan air biasa, baik laut ataupun tawar.
- e. Selanjutnya dicuci sampai bersih dan netral, tidak terdapat bau KOH

2. Pengeringan

Permintaan yang banyak dilakukan oleh konsumen adalah rumput laut dalam keadaan yang kering. Oleh karena itu, proses pengeringan menjadi tahapan yang paling penting. Menurut

(Nurafiah, 2015) pengeringan merupakan proses atau metode yang dilakukan dengan tujuan untuk mengeluarkan dan menghilangkan Sebagian atau keseluruhan air pada bahan pangan dengan cara menguapkan air pada bahan tersebut dengan menggunakan bantuan energi panas.

Umumnya proses pengeringan yang dilakukan oleh petani rumput laut adalah dengan menjemurnya di bawah sinar matahari sehingga amat tergantung dengan kondisi cuaca saat itu. (Nurafiah, 2015) mengatakan bahwa penjemuran rumput laut di bawah sinar matahari umumnya dilakukan dengan menggungan anjungan yang terbuat dari bambu atau para-para. Tujuannya adalah agar rumput laut tidak tercampur dengan pasir. Atau benda lain yang berada di tanah. Pengeringan dilakukan pada siang hari saat cuaca sedang cerah dan pada malam hari juga. Untuk menghindari rumput laut terkena hujan atau embun malam, maka pada bagian atasnya diberikan penutup. Rumput laut yang dalam proses pengeringannya terkena air hujan ataupun embun malam, maka kualitasnya akan menurun dan menyebabkan harga keringnya menjadi turun juga. (Lechat, et al., 2014) mengatakan bahwa ciri-ciri rumput laut kering yang telah sesuai dengan standar apabila kadar airnya tidak lebih dari 35%. Cara mengetahuinya adalah dengan memegangnya. Jika rumput laut yang dipegang masih terasa lengket artinya kadar airnya masih lebih dari 35%. Sebaliknya jika rumput laut saat dipegang terasa menusuk artinya siap untuk dikemas dan kadar air telah dibawah 35%.

Langkah-langkah pengeringan menurut (Lechat, et al., 2014) sebagai berikut:

1. Pastikan *thallus* (batang) rumput laut tidak patah. Sebaiknya tali jangan dilepas dulu.
2. Pengeringan secara alami dapat dilakukan dengan menggantung rumput laut ataupun dengan ditaruh di atas para-para

3. Jika menggunakan para-para, pastikan bahwa penumpukan rumput laut tidak lebih dari 10 cm agar proses pengeringan dapat lebih optimal.
4. Selama proses pengeringan, pastikan rumput laut tidak terkena air tawar.
5. Siapkan penutup untuk menutupi rumput laut saat hujan dan malam hari.
6. Bersihkan rumput laut dari kontaminasi fisik dan lepaskan tali-talinya secara perlahan.
7. Pastikan lokasi penjemuran rumput laut jauh dari hewan ternak agar tidak terinjak dan terkontaminasi kotorannya.
8. Pengeringan dapat dilakukan 2-3 hari hingga didapatkan tingkat kekeringan yang sesuai dengan standar.

Pengeringan di tanah, di atas para-para dan gantung memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Namun, dari ketiga metode tersebut, metode yang terbaik yaitu dengan menggantungnya. Alasannya karena metode menggantung lebih murah. Selain itu, kadar garam yang terdapat pada rumput laut dapat lebih rendah. Dengan menjemur menggunakan metode gantung ini, hasil pengeringan lebih merata dan relatif singkat. Namun begitu, petani rumput laut harus memiliki tali lebih karena rumput laut tidak dilepas dari tali sehingga jika akan menanam Kembali harus disiapkan tali yang lebih.

Metode pengeringan sendiri, tidak hanya dapat mengandalkan panas dari sinar matahari saja. Lebih modern, dapat menggunakan oven untuk melakukan pengeringan. Penggunaan oven dipandang lebih stabil dalam proses pengeringan karena panas yang dihasilkan juga stabil tidak seperti sinar matahari yang berfluktuasi. Selain itu, penggunaan oven juga dapat dilakukan sewaktu-waktu tanpa memperhatikan kondisi cuaca saat itu. Kekurangannya tentu saja

dari sisi biaya operasional lebih mahal dibandingkan dengan menjemurnya di bawah sinar matahari.

Proses pengeringan merupakan salah satu tahap yang penting dan berpengaruh pada kualitas rumput laut, terutama jika permintaan pembeli adalah rumput laut kering. Oleh karena itu, perlu diperhatikan saat proses pengeringan agar kualitas rumput laut terjaga. Berikut hal-hal yang dapat dilakukan saat proses pengeringan untuk menjaga kualitasnya:

- a. Dilakukan sortasi atau pemisahan kotoran atau kontaminan selama proses pengeringan sehingga Ketika rumput laut sudah kering, tidak terdapat lagi kontaminan.
- b. Dilakukan pembalikan secara terus menerus dengan jeda waktu yang konsisten agar rumput laut dapat kering secara merata.
- c. Mempertahankan kelembapan tetap rendah untuk menghindari terjadinya fermentasi pada rumput laut dan tumbuhnya jamur. Jika dijemur langsung di bawah sinar matahari tanpa adanya atap, maka dipastikan pada malam hari untuk menutup rumput laut agar tidak terkena embun malam yang dapat meningkatkan kelembabannya.
- d. Mencegah dan menjaga rumput laut dari kontaminasi bahan kimia yang mungkin ada.

3. Sortasi

Sortasi atau pemilihan dilakukan pada saat rumput laut telah kering ataupun masih basah. Biasanya sortasi ini dilakukan tanpa menggunakan peralatan. (Sugiyanto, Izzati, & Prihastanti, 2013) menjelaskan bahwa proses sortasi dapat dilakukan dengan cara pengayakan manual dengan menggunakan tangan. Tujuannya adalah untuk membuang kotoran yang masih menempel pada rumput laut, seperti kerang kecil, cangkang siput dan lumut. Kerang-kerang kecil yang menempel pada rumput laut, pada dasarnya dapat dihilangkan pada saat

pemanenan, namun membutuhkan waktu yang lebih lama karena tidak hilang dengan pencucian biasa. Oleh karena itu, ketika rumput laut telah mengering dilakukan proses pembersihan Kembali.

Sortasi pada rumput laut yang basah tujuannya adalah untuk memisahkan rumput laut yang siap jemur dengan *thallus* yang akan dijadikan bibit untuk ditanam kembali. Selain untuk memisahkan bibit, sortasi saat basah juga untuk memisahkan dengan rumput laut jenis yang lainnya. Hal ini karena umumnya rumput laut lain selain yang dibudidayakan akan tersangkut karena adanya pergerakan ombak. Oleh karena itu, pada saat sortasi perlu dipisahkan.

4. Pengemasan dan Penyimpanan

Rumput laut yang dipasarkan umumnya dalam bentuk kering, kecuali di dekat daerah pesisir yang memungkinkan menjual dalam bentuk basah. Tahap pasca panen setelah pengeringan yaitu pengemasan. (Nurafiah, 2015) menjelaskan bahwa tujuan pengemasan antara lain:

- a. Meningkatkan umur simpan rumput laut.
- b. Melindungi produk saat produksi sedang berlimpah.
- c. Mencegah terjadinya kerusakan nutrisi pada bahan pangan.
- d. Menjaga dan menjamin keamanan bahan pangan.
- e. Mempermudah proses distribusi atau pengangkutan.
- f. Mendukung perkembangan makanan yang siap saji (*ready to eat/ready to cook*).
- g. Meningkatkan estetika atau keindahan dan nilai ekonomi bahan pangan.

Rumput laut yang telah kering dan bersih selanjutnya dimasukkan ke dalam karung dan dipadatkan untuk menghemat pengangkutan. Untuk proses karung, umumnya menggunakan

tali rafia yang disulam dengan menggunakan jarum khusus karung. Selanjutnya rumput laut kering siap dikirimkan ke distributor atau pengepul rumput laut kering.

Untuk membuat pengiriman dan distribusi lebih efisien, (Naiu, Koniyo, Nursinar, & Kasim, 2018) menjelaskan bahwa pengemasan dapat dilakukan dengan pengepresan atau pencetakan dalam bentuk kotak dengan berat satuan atau per 5 kilogram. Jika harus dilakukan penyimpanan terlebih dahulu, pastikan Gudang penyimpanan memiliki sirkulasi yang baik, atap tidak bocor dan tidak terdapat celah yang membuat binatang bisa masuk ke dalam Gudang. Pastikan pula pengemas dengan baik, agar rumput laut tidak ditumbuhi kapang atau jamur yang membuat kualitasnya menjadi menurun. Untuk memastikan proses pengemasan tidak mempengaruhi kualitas rumput laut, berikut beberapa hal yang perlu diperhatikan:

- a. Memastikan lingkungan tempat pengemasan bersih dan terhindar dari kontaminasi. Selain itu, kemasan dan alat bantu pengemasan bersih serta orang yang melakukan pengemasan menggunakan alat pelindung agar tidak terjadi kontaminasi silang.
- b. Ukuran dan berat pengemasan sesuai dengan permintaan pembeli.
- c. Memberikan pelabelan sesuai dengan standar yang berlaku.

Untuk menyimpan rumput laut ketika tidak langsung didistribusikan, maka pastikan untuk menjaga tingkat kelembaban ruangan. Karena lingkungan yang lembab akan meningkatkan kadar air pada rumput laut. Akibatnya, rumput laut akan mudah ditumbuhi oleh jamur yang dapat menurunkan kualitasnya. Rumput laut kering yang disimpan dan dipertahankan kadar airnya dibawah 30% dapat bertahan hingga 2-3 tahun tergantung pada metode penyimpanan yang dilakukan. Untuk memastikan rumput laut tidak mengalami

penurunan kualitas selama penyimpanan, maka perlu diperhatikan beberapa hal berikut:

- a. Memastikan bahwa Gudang tempat penyimpanan rumput laut memiliki sirkulasi yang baik agar kelembaban dapat terjaga dengan baik sehingga kualitas rumput laut tetap baik.
- b. Menjaga kebersihan di dalam dan di luar Gudang penyimpanan agar rumput laut terhindar dari kontaminasi lingkungan.
- c. Pastikan rumput laut tertata dengan rapi dan sesuai urutan pada label.
- d. Pastikan untuk tidak menumpuk rumput laut terlalu tinggi dan sebaiknya beri jarak antar blok untuk memastikan sirkulasinya tetap terjaga baik,
- e. Pengeluaran rumput laut dari Gudang penyimpanan harus mengikuti prinsip FIFO (*first in first out*), artinya barang yang masuk terlebih dahulu maka harus dikeluarkan terlebih dahulu. Hal ini untuk menjaga kualitas rumput laut tetap terjaga terus menerus.
- f. Sebaiknya, setiap barang yang masuk dan keluar tercatat dan terekam pada suatu dokumen.

11.4. Pemanfaatan Rumput Laut

Perlakuan pasca panen rumput laut yang tepat akan menjamin kualitas sehingga harga jual di industri dapat lebih tinggi. Oleh karena itu, pembudidaya rumput laut hendaknya membekali diri tentang pengetahuan pasca panen yang baik sehingga akan terjalin hubungan timbal balik yang baik juga dengan industri pengolah rumput laut. Apabila industri pengolahan rumput laut dapat berjalan kontinyu, maka akan menjamin juga penyerapan rumput laut dari pembudidaya secara kontinyu pula. Oleh karena itu, amat penting perlunya standar mutu rumput laut agar pembudidaya dapat

menyesuaikan dengan syarat mutu yang ada sehingga kualitas rumput laut dapat terjaga. Syarat mutu yang dapat dijadikan standar oleh pembudidaya adalah standar yang berlaku di Indonesia yaitu SNI (Standar Nasional Indonesia).

Tabel 11.2. Syarat Mutu Rumput Laut Kering

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan			
			<i>Eucheuma</i>	<i>Gelidium</i>	<i>Gracillaria</i>	<i>Hypnea</i>
1	Kadar air (b/b)	%	Maks. 35	Maks. 15	Maks. 25	Maks. 20
2	Bau	-	Khas	Khas	Khas	Khas
3	Benda asing (b/b)	%	Maks. 5	Maks. 5	Maks. 5	Maks. 5
4	Kadar karaginan (b/b)	%	Min. 25	-	-	-
5	Kadar agar (b/b)	%	-	Min. 25	Min. 20	-

Sumber: SNI 01-2690-1992

Pada awal pemanfaatannya, rumput laut hanyalah dimakan secara langsung atau diolah menjadi makanan secara langsung tanpa dilakukan proses teknologi lebih tinggi. Hal ini karena memang belum adanya teknologi yang mendukungnya. Sedangkan saat ini, perkembangan teknologi telah maju yang membuat rumput laut tidak hanya dapat dikonsumsi secara langsung saja namun juga dapat dilakukan ekstraksi untuk mendapatkan zat-zat tertentu yang kemudian dapat dimanfaatkan pada berbagai bidang. Sebagai salah satu bahan pangan, rumput laut mengandung berbagai macam zat gizi yang berguna untuk kesehatan manusia. Kandungan gizi beberapa rumput laut yang dikonsumsi di Indonesia, disajikan pada Tabel 11.3.

Tabel 11.3. Kandungan Gizi Beberapa Rumput Laut di Indonesia

Jenis Rumput Laut	Kandungan Gizi					
	Karbohidrat (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Air (%)	Abu (%)	Serat Kasar (%)
<i>Eucheuma cottonii</i>	57,52	3,46	0,93	14,96	16,05	7,08
<i>Eucheuma</i> sp.	58,29	2,09	0,58	18,62	15,13	5,29
<i>Gracilaria</i> sp.	41,68	6,59	0,68	9,73	32,76	8,92
<i>Caulerpa</i> sp.	37,76	7,55	0,99	9,22	41,83	24,14

Sumber: (Soetjipto, et al., 2019)

a. Sumber Antioksidan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terus menerus oleh ahli, menemukan bahwa rumput laut merupakan salah satu sumber bahan aktif alami yang memiliki manfaat kesehatan besar. Kandungan senyawa aktif yang terdapat pada rumput laut antara lain karotenoid, senyawa fenol, sulfat polisakarida dan berbagai kandungan vitamin dan mineral. Kandungan senyawa aktif ini salah satunya dapat berberan sebagai antioksidan. Dimana manfaat antioksidan yaitu dapat menetralkan dan meredam keberadaan radikal bebas pada tubuh sehingga dapat mencegah terjadinya oksidasi pada sel tubuh dan kerusakan sel (Soetjipto, et al., 2019).

b. Sumber Hidrokoloid

Kandungan yang besar pada rumput laut yaitu hidrokoloid diantaranya karaginan, agar dan alginat. Ketiga jenis hidrokoloid tersebut dihasilkan dari jenis rumput laut yang berbeda pula. Karaginan umumnya dihasilkan oleh jenis rumput laut *Eucheuma* spp. Agar dihasilkan oleh rumput laut jenis *Gracilaria* spp., sedangkan alginat dihasilkan oleh rumput laut jenis *Sargassum* spp. Hidrokoloid sendiri memiliki fungsi sebagai bahan tambahan pangan yang dapat membentuk gel pada makanan dan bersifat larut pada air. Selain pada industri pangan, hidrokoloid juga dimanfaatkan pada industri farmasi, kosmetik, tekstil, cat, dan lain-lain (Soetjipto, et al., 2019).

Tabel 11.4. Pemanfaatan Hidrokoloid Rumput Laut

Pemanfaatan	Jenis Hidrokoloid Rumput Laut		
	Agar	Karagenan	Alginat
Makanan yang Mengandung Susu			
a. Es krim, yoghurt, wafer cream	√	√	√
b. Coklat, susu, puding instan	√	√	√
Minuman			
a. Minuman ringan		√	√
b. Jus buah		√	√
c. Bir		√	√
Makanan			
a. Roti	√	√	√

b. Permen	√		√
c. Daging, ikan dalam kaleng	√	√	√
d. Saus, <i>salad dressing</i> , kecap		√	√
Makanan Diet			
a. Jeli, Jam, Sirup, Puding	√	√	√
Makanan Lain			
a. Makanan bayi		√	√
Non Pangan			
a. Pet Food	√	√	√
b. Makanan Ikan			√
c. Cat, keramik		√	√
d. Tekstil, kertas	√		√
Farmasi dan Perawatan			
a. Shampo, pasta gigi, obat tablet		√	√
b. Bahan cetak gigi, obat salep			√

Sumber: (Soetjipto, et al., 2019)

c. Sumber Serat Pangan

Kandungan utama rumput laut merupakan polisakarida, dimana sifatnya tidak dapat dicerna oleh manusia. Polisakarida tersebut antara lain alginate yang terkandung pada rumput laut cokelat, karagenan dan agar terkandung pada rumput laut merah

dan lain-lain. Kandungan polisakarida yang tidak dapat dicerna ini biasa disebut dengan serat. Rumput laut sendiri mengandung 30-40% berat kering serat pangan yang dapat dikonsumsi manusia. Adanya serat yang tinggi inilah mampu membantu menurunkan kadar lipid pada darah sehingga tingkat kolesterol dapat terkontrol dan memperlancar sistem pencernaan makanan pada saluran cerna. Selain itu, polisakarida rumput laut ini juga dapat mengatur gula dalam tubuh sehingga dapat mencegah timbulnya penyakit diabetes (Suparmi & Sahri, 2009).

d. Sumber Pigmen Alami (Biopigmen)

Adanya warna-warna yang membedakan diantara jenis rumput laut menunjukkan bahwa tumbuhan tersebut terkandung pigmen warna alami yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pigmen alami atau biopigmen. Beberapa pigmen alami yang ada pada rumput laut antara lain klorofil, karotenoid dan fikobilin/biliprotein.

Klorofil merupakan zat warna hijau pada tanaman, termasuk juga terkandung pada rumput laut. Umumnya tumbuhan yang memiliki klorofil mampu menghasilkan karbohidrat dan oksigen hasil dari metabolisme. Selain itu, klorofil juga dapat dimanfaatkan pada bidang industri makanan, minuman, Kesehatan dan pertanian. Pada industri makanan dan minuman, klorofil dimanfaatkan sebagai bahan pewarna alami. Pada bidang Kesehatan, klorofil dimanfaatkan sebagai bahan antianemia, antibakteri, antioksidan, antiproteolitik, meningkatkan imunitas, menstabilkan tekanan darah, membantu menyembuhkan luka, memperbaiki fungsi hati, menghilangkan bau badan dan sebagai bahan sensitize pada terapi kanker fotodinamika. Sedangkan pada bidang pertanian, klorofil dimanfaatkan sebagai bioinsektisida yang ramah lingkungan (Suparmi & Sahri, 2009).

Karotenoid umumnya terkandung pada rumput laut cokelat seperti fucoxanthin, betakaroten, alfakaroten, zeaxanthin, lutein, violaxanthin, antheraxanthin, zeaxanthin dan neoxanthin. Alfa, beta dan lamda karoten bermanfaat sebagai prekursor vitamin A, meningkatkan system kekebalan tubuh, dan sebagai antioksidan. Astaxanthin dan zeaxanthin dapat dimanfaatkan pda bidang akuakultur, farmasi dan industri makanan sebagai bahan pewarna alami. Sedangkan fucoxanthin dimanfaatkan pada bidang farmakologi sebagai bahan untuk pembuatan obat dan suplemen, antioksidan, antiobesitas, antidiabetes, membantu menyehatkan jantung, mampu menghambat pertumbuhan sel kanker (Suparmi & Sahri, 2009).

11.5. Penutup

Permintaan rumput laut dari pembudidaya yang semakin meningkat menunjukkan bahwa industri di bidang pengolahan rumput laut ini semakin berkembang. Hal ini karena rumput laut tidak hanya untuk kebutuhan pangan saja, namun juga telah dimanfaatkan pada berbagai bidang kehidupan. Oleh karena itu, kualitas rumput lau amat sangat penting untuk diperhatikan. Untuk memastikan kualitas rumput laut yang tetap baik, maka penanganan pasca panen yang baik perlu dilakukan.

Pemanenan dan penanganan pasca panen yang tepat dapat memastikan jaminan kualitas rumput laut. Rumput laut yang berkualitas dari pembudidaya akan memberikan jaminan kontinuitas pada industri pengolah juga. Sehingga hubungan timbal balik antara pembudidaya dan industri pengolah dapat berlangsung secara kontinyu pula.

Bab 12

Pengolahan dan Pengemasan Rumput Laut Siap Saji

12.1. Pengantar

Masyarakat pesisir memiliki banyak potensi dalam pengembangannya. Selain didukung oleh sumber daya alam yang ada di lingkungan sekitarnya, juga terdapat potensi pada sumber daya manusia yang ada. Salah satu upaya dalam membangun dan memajukan masyarakat pesisir yaitu mengadakan dan atau memperkuat kelembagaan sosial yang telah terbentuk pada masyarakat. Kelembagaan tersebut akan dapat mengembangkan kapasitas dan kualitas sumber daya manusia melalui peningkatan wawasan/pengetahuan pembangunan dan kemampuan dalam perekonomian (Sujana dkk, 2020).

Pada sudut pandang perencanaan dan pengelolaan, wilayah pesisir adalah wilayah yang sangat potensial dan sangat penting. Bertemunya wilayah daratan dan lautan dalam bentuk wilayah pesisir, maka membentuk ekosistem yang variatif. Selain variatif, ekosistem pesisir juga memiliki peluang dalam memberikan pengaruh ekonomi khususnya dalam hal pendapatan pada kehidupan masyarakat sekitar (Basir dkk, 2018). Menurut Imam (2016) bahwa pemerintah sepauptutnya

memberikan pemberdayaan khusus pada masyarakat yang berada di kawasan pesisir. Mengingat kawasan pesisir adalah kawasan yang kaya akan potensial. Melakukan pemberdayaan berarti memfasilitasi dalam hal sumber daya, peluang/kesempatan, wawasan dan kemampuan khusus dalam meningkatkan keterampilan masyarakat pesisir. Baik dalam hal turut serta berpartisipasi dalam kehidupan masyarakat atau pun menentukan masa depannya sendiri.

Salah satu potensi yang ada pada wilayah/kawasan pesisir yaitu terdapat banyaknya aktivitas budidaya rumput laut yang sangat potensial untuk dikembangkan. Oleh karena itu, dalam buku ini khususnya pada pembahasan ini akan dibahas cara mengolah rumput laut dan teknik pengemasannya. Harapannya agar masyarakat pesisir mendapatkan wawasan tambahan untuk meningkatkan keterampilan atau pun bagi pembaca mendapatkan wawasan tambahan atau sebagai bekal dalam melakukan pemberdayaan kepada masyarakat pesisir.

12.2. Pengolahan dan Pengemasan Rumput Laut Siap Saji

12.2.1. Pengolahan Rumput Laut Siap Saji

Sumber daya sektor kelautan dan perikanan di Indonesia memiliki potensi ekonomi yang menjanjikan, khususnya pada aspek budidaya rumput laut. Aneka ragam olahan rumput laut begitu banyak. Contoh kecil ketika rumput laut setelah diolah dalam bentuk dikeringkan maka dapat dilanjutkan pada berbagai produk olahan pangan atau pun diekstraksi agar memperoleh agar-agar karagenan sesuai dengan metbolit yang ada dalam kandungan rumput laut (Kemendikbud, 2013).

Teknik olahan pada rumput laut harus memiliki perhatian khusus agar dapat dilirik dan memiliki daya saing yang tinggi. Hasanudin (2006) dalam tulisannya menjelaskan bahwa daya saing dapat didefinisikan sebagai upaya suatu lembaga produsen tampil konsisten dan unggul dalam aspek memproduksi produk. Produk yang diproduksi memiliki kualitas dan mampu bersaing

dalam jangka waktu yang lama dalam dunia bisnis atau pun pemasaran. Dalam tulisannya, Hasanudin (2006) melanjutkan bahwa agar suatu produk mampu memiliki daya saing, maka dibuat dengan memperhatikan beberapa unsur, diantaranya adalah mampu tampil lebih baik dari yang pernah ada, kemudian karena lebih baiknya juga tidak mudah ditiru oleh pihak lain, keberadaannya memiliki nilai bagi konsumen, kemudian nilai tersebut menjadi ciri khas dan sulit tergantikan. Oleh karena itu, untuk mampu bertahan dan berkualitas, maka produk olahan harus memiliki daya saing yang kuat.

David (2004) menyatakan bahwa keunggulan kompetitif (*competitive advantage*) dapat didefinisikan sebagai “segala sesuatu yang dilakukan dengan baik dibandingkan dengan pesaingnya”. Ketika sebuah perusahaan dapat melakukan sesuatu dan perusahaan lain tidak dapat, hal tersebut menggambarkan keunggulan kompetitif. Keunggulan kompetitif (*competitive advantage*) dapat diperoleh dari posisi perusahaan yang lebih baik dibandingkan dengan pesaing-pesaingnya di pasar dan ini tergantung dari strategi-strategi yang diterapkan oleh perusahaan (Jogiyanto, 2005). Keunggulan kompetitif adalah posisi unik yang dikembangkan perusahaan dalam menghadapi pesaing, sehingga dimungkinkan perusahaan dapat mengungguli pesaing secara konsisten.

Penelitian terdahulu Valderama (2012), yang melihat dimensi sosial dan ekonomi dari budidaya petani rumput laut, terdapat pola pengembangan usaha yang belum maksimal. Kemudian tahun 2005 oleh Ministry of Natural Resources and Tourism, mengkaji perencanaan strategi dalam pengembangan rumput laut, yang hanya melihat dari kualitas rumput lautnya saja.

State of the art dari pengolahan rumput laut yaitu merancang pola lain selain dari pada pola-pola yang telah ada, seiring dengan semakin meningkatnya iklim usaha (bisnis) pada

usaha mikro kecil dan menengah pada masyarakat pesisir (Risambessy dkk, 2016).

Rumput laut merupakan salah satu hasil perikanan yang cukup penting di Indonesia, baik sebagai sumber pendapatan nelayan / petani maupun sebagai sumber devisa negara. Selain sebagai bahan baku industri, rumput laut dapat diolah menjadi berbagai makanan siap saji seperti dodol, puding, tangkue, dan manisan (Sitorus, 2017).



Gambar 12.1. Olahan Dodol Rumput Laut
(Sumber: Rosyidah dkk, 2021)



Gambar 12.2. Olahan Puding Rumput Laut
(Sumber: Rosyidah dkk, 2021)

Pengolahan rumput laut menjadi dodol merupakan cara sederhana untuk memberikan nilai tambah bagi para petani/nelayan. Dodol rumput laut merupakan makanan yang relatif lebih tahan lama dibandingkan dengan puding, cendol, dan manisan. Cara pengolahan dodol rumput laut dapat diterapkan sebagai usaha rumah tangga atau industri rumah tangga (Sitorus, 2017).

Disisi lain, serbuk rumput laut yang digunakan sebagai sumber serat alternatif dapat dibuat dengan menggunakan metode penepungan kering. Pengolahan serbuk rumput laut melalui tahapan pencucian, perendaman, penghancuran, pengeringan, penepungan, dan pengayakan. Serbuk minuman rumput laut dapat berfungsi minuman pelangsing dengan kandungan serat kasar pada penambahan tanpa perlakuan 11,83%, EG 25% sebesar 6,19%, EG 50% sebesar 5,80% dan EG 50% sebesar 5,25%, dimana total serat yang tidak dapat larut adalah $\frac{1}{5}$ – $\frac{1}{2}$ dari jumlah total serat. Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan terbaik (rangking tertinggi), didapat dari perlakuan tanpa gula (kontrol) dengan hasil analisis proksimat serbuk minuman yaitu memiliki kadar air 2,07%; abu 25%; dan karbohidrat 2,28% (Wibowo dan Fitriyani, 2012).

Salah satu perkembangan teknologi dalam proses pembuatan produk atau olahan seperti nugget dan bakso adalah penggunaan rumput laut sebagai salah satu komposisi utama dalam pembuatannya. Faktor utama pemilihan rumput laut karena mempunyai jumlah yang melimpah dan mudah ditemukan di perairan Indonesia. Diketahui bahwa rumput laut ini memiliki banyak manfaat yang tak terduga setelah dilakukan banyak penelitian dan pengujian, salah satunya mengurangi ketergantungan terhadap tepung. Selain itu ditemukan ternyata memiliki dampak pada nilai organoleptik (rupa, aroma, rasa, tekstur, uji lipat) dan nilai proksimat (kadar air, protein, kadar serat) pada nugget olahan. Nugget yang berkomposisi rumput

laut memiliki tekstur yang lebih optimal seperti contohnya lebih lembut dan halus (Rosyidah dkk, 2021).

Selain itu, rumput laut tergolong mudah dan murah dalam pengolahannya. Meskipun begitu rumput laut tetap harus diolah secara benar dan tepat dikarenakan konsistensi rumput laut yang berlebihan atau pun terlalu sedikit juga tidak baik dalam adonan nugget dan bakso (Ratna dkk, 2019).



Gambar 12.3. Olahan Bakso Rumput Laut

(Sumber: Rosyidah dkk, 2021)

12.2.2. Pengemasan Hasil Pengolahan Rumput Laut Siap Saji

Pengemasan disebut juga pembungkusan, pewadahan atau pengepakan merupakan salah satu cara pengawetan bahan hasil olahan, karena pengemasan dapat memperpanjang umur simpan bahan. Pengemasan adalah wadah atau pembungkus yang dapat membantu mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan-kerusakan pada bahan yang dikemas / dibungkus (Kemendikbud, 2013).

Hasil pengolahan rumput laut menjadi beberapa jenis produk atau olahan, maka akan membutuhkan kemasan untuk memiliki daya saing di dunia pemasaran atau bisnis, serta memiliki daya tarik tersendiri. Menurut Kemendikbud (2013) mengemukakan bahwa teknik pengemasan merupakan suatu upaya membuat hasil olahan dapat awet dan tahan lama. Hal tersebut jelas akan membuat produk olahan dapat memiliki jangka waktu yang dapat bertahan lama dan meminimalisir terjadinya kerusakan pada olahan tersebut. Pengemasan hasil olahan rumput laut juga dikenal dengan istilah pengepakan atau menggunakan kemasan untuk membungkus yang sekaligus menjadi wadah pada olahan rumput laut. Salah satu produk hasil olahan rumput laut dalam bentuk nugget dapat dilihat pada Gambar 12.4.



Gambar 12.4. Pengemasan Nugget Rumput Laut

(Sumber: Rosyidah dkk, 2021)

Susunan konstruksi kemasan juga semakin kompleks dari tingkat primer, sekunder, tersier sampai konstruksi yang tidak dapat lagi dipisahkan antara fungsinya sebagai pengemas atau sebagai unit penyimpanan, misalnya pada peti kemas yang

dilengkapi dengan pendingin (refrigerated container) berisi udang beku untuk ekspor.

Industri bahan kemasan di Indonesia juga sudah semakin banyak, seperti industri penghasil kemasan karton, kemasan gelas, kemasan plastik, kemasan laminasi yang produknya sudah mengisi kebutuhan masyarakat dan dunia industri. Di samping itu hingga saat ini di pedesaan masih banyak dijumpai masyarakat yang hidup dari bahan pengemas tradisional, seperti penjual daun pembungkus (daun pisang, daun jati, daun waru dan sebagainya), atau untuk tingkat industri rumah tangga terdapat pengrajin industri keranjang besek, kotak kayu, anyaman serat, wadah dari tembikar dan lain-lain.

Pada teknik pengemasan terdapat beberapa bagian penting untuk diperhatikan, yaitu: fungsi-fungsi utama pengemasan, syarat yang harus dipenuhi untuk bahan yang akan digunakan sebagai kemasan, kalsifikasi dan identifikasi kemasan, jenis kemasan yang akan digunakan untuk olahan rumput laut.

A. Fungsi-fungsi utama pengemasan

Diantara berbagai macam fungsi pengemasan, terdapat dua fungsi yang paling pokok, yaitu: memudahkan penanganan dan menyimpan serta melindungi produk atau olahan.

Dari dua fungsi yang paling pokok di atas, kemudian dapat dijabarkan menjadi lebih komplek lagi, yaitu:

a. Wadah penyimpanan

Hasil olahan rumput laut, baik dalam bentuk produk atau pun olahan, memiliki bentuk yang bermacam-macam. Mulai dari bentuk padatan, butiran, cairan atau pun yang lainnya. Dalam bentuk-bentuk tersebut pun jelas perlu untuk mendapatkan perlindungan dalam bentuk wadah penyimpanan. Bahkan selain sebagai aspek wadah penyimpanan dalam hal ini juga dapat melindungi ketika hendak dibawa kemana-mana. Hal

tersebut dikarenakan hasil olahan rumput laut dibawa kemana-mana tidak mungkin tanpa wadah yang juga sekaligus bersifat memudahkan.

b. Pelindung

Pelindung dalam hal ini, melindungi dari lingkungan sekitar. Sebagaimana diketahui bersama bahwa dilingkungan tepatnya diatmosfer udara terdapat begitu banyak kontaminan yang apabila mengkontaminasi hasil olahan rumput laut tanpa kemasan akan dapat merusak kualitas olahan tersebut. Lebih lanjut akan melindungi dan menjaga beberapa hal yang diantaranya: menjaga kedap uap air dan udara/gas yang ada dalam kemasan. Kemudian dengan demikian akan menjaga kadar oksigen, menjaga dari cahaya matahari bila produk atau olahan tersebut sensitif dari cahaya matahari.

c. Menjaga kualitas

Masalah kemasan merupakan masalah yang cukup kompleks. Produk-produk yang akan dipasarkan biasanya tidak langsung dibawa dari pabrik ke pengecer tetapi melalui saluran yang agak panjang. Beberapa bahan ada yang harus disimpan dulu sebelum dijual seperti produk-produk hortikultura yang dipanen pada "matang hijau" untuk pengontrolan kualitasnya. Selain itu harus mempunyai tingkat kemudahan untuk dibentuk menurut rancangan, mudah dibuka dan ditutup, juga mudah dalam penanganan tahap selanjutnya yaitu pengangkutan dan pengiriman. Dengan demikian pertimbangan kemasan dalam hal pengiriman, ukuran, bentuk dan berat harus diperhatikan.

d. Punya kualitas dan dapat bersaing dalam dunia pasar

Kemasan memiliki daya tarik tersendiri di mata konsumen. Pada dunia pemasaran. Mendapatkan perhatian konsumen

atau pelanggan menjadi hal yang penting dan hal tersebut salah satunya didapatkan bila kemasan dapat tampil beda dari pesaing yang ada. Tampil menarik dan mendapatkan perhatian konsumen pun tidak cukup sampai disitu, juga melalui kemasan, konsumen akan mendapatkan informasi seputar produk atau. Kemasan yang baik, tentunya akan menjaga kualitas dari hasil olahan rumput laut dan menarik minat konsumen hingga terjadi transaksi pengorderan.

B. Syarat pada bahan kemasan yang digunakan

Menentukan jenis kemasan, baik dari segi model, bentuk, yang tidak kalah penting dari semua itu adalah menentukan jenis bahan kemasan. Tentunya dalam menentukan bahan kemasan harus memperhatikan beberapa hal. Selain untuk keamanan olahan selama dalam kemasan juga untuk keamanan konsumsi pada konsumen. Adapun beberapa hal yang menjadi syarat-syarat dalam menentukan jenis kemasan dan bahannya sebagai berikut:

1. Aman dan tidak bersifat toksik

Konsumen tentunya akan memilih produk dengan berbagai pertimbangan yang tentunya dengan alasan kesehatan. Olehnya itu selain untuk meningkatkan daya tarik tersendiri di dunia pasar melalui kemasan, maka diperlukan untuk memilih bahan kemasan yang tidak bersifat toksik (beracun). Seperti yang diketahui bersama, ada beberapa zat yang tergolong toksik. Sebagai contoh sederhana, dalam menentukan bahan untuk mengemas tidak mengandung Pb (timbal). Kenapa demikian? Jelas sudah diketahui bersama bahwa Pb (timbal) akan mengganggu dan mengancam kesehatan manusia, khususnya bagi konsumen.

2. Jenis kemasan sesuai dengan bahan yang dikemas

Menentukan jenis kemasan dalam hal ini, transparan atau tidak transparan, juga sangat penting. Kesalahan memilih

maka akan berakibat pada keuntungan. Contoh sederhana, ketika suatu produk yang dikemas dengan jenis kemasan transparan, padahal sebaiknya produk tersebut dikemas dengan kondisi tidak transparan. Hal tersebut dengan tujuan, untuk mengetahui suatu produk harus membuka kemasan terlebih dahulu, yang berarti produk tersebut harus dimiliki terlebih dahulu. Begitu pun sebaliknya, menggunakan ketika hendak menggunakan jenis kemasan yang transparan dengan kondisi olahan dalam kemasan terlihat menggiurkan, sehingga konsumen tertarik untuk mengkonsumsinya. Maka jenis kemasan perlu untuk disesuaikan dengan bahan yang dikemas.

3. Menjamin sterilisasi dan sanitasi kemasan

Bahan yang digunakan sebagai pengemas terlebih dahulu menjamin kebersihannya atau melalui tahapan sterilisasi. Kemudian setelah tahapan sterilisasi berlanjut pada tahapan sanitasi yang berarti dapat dijamin amannya produk tersebut ketika tersebar di masyarakat.

4. Menjaga legalitas dan mencegah pemalsuan

Dalam pendistribusian produk, produsen hendaknya memberikan ciri khusus pada kemasan. Selain untuk menjaga kelagaltasan pada produk, hal tersebut juga bermanfaat untuk mencegah kepalsuan produk oleh oknum-oknum yang tidak bertanggung jawab. Adanya ciri khusus pada kemasan produk akan memudahkan untuk dideteksi ketika beredar pemalsuan produk.

5. Mudah untuk membuka kemasan

Konsumen akan dimanjakan dengan kemudahan ketika hendak membuka kemasan. Secara umum, manusia sebagai konsumen akan lebih memilih produk dengan kemasan yang simpel dan mudah. Namun meski memberikan

kemudahan kepada konsumen ketika hendak mengkonsumsi, kondisi keamanan kemasan tetap terjaga.

6. Mudah dan tetap aman sebelum mengkonsumsi

Lebar bukaan kemasan produk harus menyesuaikan dengan ukuran olahan produk yang ada dalam kemasan, sehingga konsumen dapat dengan mudah ketika hendak mengkonsumsinya, Selain itu, di dalam kemasan baiknya tidak terdapat sekat atau celah yang berpotensi olahan dalam kemasan terjepit pada celah kemasan tersebut.

7. Kemasan ramah lingkungan

Kemasan yang digunakan baiknya tidak meyalutkan konsumen pasca mengkonsumsi produk olahan yang telah dibuat. Contohnya ketika konsumen telah mengkonsumsi produk hasil olahan rumput laut, tidak susah menindaklanjuti untuk kemasannya. Baik itu tindak lanjut dapat menggunakan kembali kemasan tersebut atau pun mudah didaur ulang. Ada baiknya ketika kemasan tersebut yang didaur ulang, ramah lingkungan.

8. Bentuk, ukuran dan berat pada kemasan

Kemasan yang digunakan tentunya harus memiliki bentuk ukuran yang sesuai dengan hasil olahan yang hendak dikemas. Tujuan dari hal tersebut akan berpengaruh pada kualitas produk karena menentukan ruang dalam kemasan yang akan mempengaruhi daya awet produk. Selain itu, bentuk dan ukuran kemasan juga memberikan daya tarik tersendiri agar diminati banyak pelanggan. Kemudian bentuk dan ukuran akan berpengaruh pada berat dari suatu produk. Produk yang terlalu berat jelas akan memberikan pengaruh tersendiri pada pelanggan khususnya pada aspek pengangkutan dan harga. Mengingat pelanggan akan selalu mengutamakan kenyamanan dalam kebutuhan.

9. Tahan banting

Bentuk kemasan akan berpengaruh pada fasilitas yang digunakan pada pendistribusian. *Corugated board* (papan bergelombang) dan alat anti getaran yang lainnya diperlukan pada pendistribusian produk untuk menjaganya dari benturan. Selain pada pendistribusian, juga akan berguna selama masa penyimpanan.

10. Desain atau tampilan kemasan

Produsen hendaknya menyesuaikan tampilan kemasan dengan target market atau sasaran target konsumen. Bahkan letak wilayah, punya selera yang berbeda untuk tampilan kemasan. Contoh sederhana, masyarakat Indoensia bagian Barat akan memiliki selera yang berbeda dengan masyarakat Indonesia bagian timur.

11. Penggunaan anggaran biaya rendah pada kemasan

Konsumen akan tertarik dengan produk dengan harga terjangkau. Salah satu upaya agar harga produk terjangkau yaitu dengan mengefisienkan penggunaan anggaran biaya pada kemasan produk. Tentunya dengan catatan bahwa kemasan tetap memiliki standar kualitas yang baik.

12. Syarat khusus

Syarat khusus akan berlaku ketika memiliki target pasar yang berbeda. Seperti halnya pada suatu produk memiliki target pasar pada iklim tropis dan sub-tropis, maka secara otomatis syarat-syarat yang berlaku, akan menyesuaikan dengan kebutuhan sesuai dengan target pasar. Contohnya, jenis kemasan yang digunakan pada wilayah dengan iklim tropis, jelas berbeda dengan wilayah dengan iklim sub-tropis.

C. Klasifikasi pada kemasan produk

Klasifikasi pada kemasan produk dapat diklasifikasikan menjadi beberapa aspek:

1. Berdasarkan frekuensi penggunaan
 - a. Kemasan yang hanya sekali digunakan (*disposable*), yaitu kemasan yang setelah digunakan langsung dibuang. Contohnya yaitu: kemasan permen, sebagian dari botol minuman, kemasan tepung terigu, kemasan bumbu dapur, kemasan jajanan cemilan., dll.
 - b. Kemasan multi-trip, yaitu kemasan produk yang dapat digunakan beberapa kali. Contohnya yaitu: sebagian botol minuman (biasanya terdapat keterangan dibagiab bawah botol), kemasan produk olahan setengah matang, dll. Kemasan yang digunakan beberapa kali, sebaiknya tetap disiplin dan sehat dalam penggunaannya, mengingat ada banyak jenis kontaminan yang bertebaran di atmosfer udara.
 - c. Kemasan *semi-disposable* yaitu kemasan yang dapat digunakan kembali sebagai wadah sesuai kebutuhan dan atau kepentingan konsumen. Contohnya biskuit dengan kemasan kaleng, saat isinya telah habis maka kemasan dengan bentuk kaleng dapat digunakan untuk peruntukan yang lainnya yang sesuai dengan kebutuhan atau kepentingan konsumen.
2. Klasifikasi kemasan berdasarkan struktur sistem kemas (kontak produk dengan kemasan):
 - a. Kemasan primer, yaitu kemasan yang langsung mewadahi atau membungkus bahan pangan. Misalnya kaleng susu, botol minuman, bungkus tempe.
 - b. Kemasan sekunder, yaitu kemasan yang fungsi utamanya melindungi kelompok-kelompok kemasan

lain. Misalnya kotak karton untuk wadah susu dalam kaleng, kotak kayu untuk buah yang dibungkus, keranjang tempe dan sebagainya.

- c. Kemasan tersier, kuarterner yaitu kemasan untuk mengemas setelah kemasan primer, sekunder atau tersier. Kemasan ini digunakan untuk pelindung selama pengangkutan. Misalnya jeruk yang sudah dibungkus, dimasukkan ke dalam kardus kemudian dimasukkan ke dalam kotak dan setelah itu ke dalam peti kemas.
3. Klasifikasi kemasan berdasarkan sifat kekakuan bahan kemasan:
 - a. Kemasan fleksibel yaitu bahan kemasan yang mudah dilenturkan tanpa adanya retak atau patah. Misalnya plastik, kertas dan foil.
 - b. Kemasan kaku yaitu bahan kemas yang bersifat keras, kaku, tidak tahan lenturan, patah bila dibengkokkan relatif lebih tebal dari kemasan fleksibel. Misalnya kayu, gelas dan logam.
 - c. Kemasan semi kaku/semi fleksibel yaitu bahan kemas yang memiliki sifat-sifat antara kemasan fleksibel dan kemasan kaku. Misalnya botol plastik (susu, kecap, saus), dan wadah bahan yang berbentuk pasta.
 4. Klasifikasi kemasan berdasarkan sifat perlindungan terhadap lingkungan:
 - a. Kemasan hermetis (tahan uap dan gas) yaitu kemasan yang secara sempurna tidak dapat dilalui oleh gas, udara atau uap air sehingga selama masih hermetis wadah ini tidak dapat dilalui oleh bakteri, kapang, ragi dan debu. Misalnya kaleng, botol gelas yang ditutup secara hermetis. Kemasan hermetis dapat juga memberikan bau dari wadah itu sendiri, misalnya kaleng yang tidak berenamel.

- b. Kemasan tahan cahaya yaitu wadah yang tidak bersifat transparan, misalnya kemasan logam, kertas dan foil. Kemasan ini cocok untuk bahan pangan yang mengandung lemak dan vitamin yang tinggi, serta makanan hasil fermentasi, karena cahaya dapat mengaktifkan reaksi kimia dan aktivitas enzim.
 - c. Kemasan tahan suhu tinggi, yaitu kemasan untuk bahan yang memerlukan proses pemanasan, pasteurisasi dan sterilisasi. Umumnya terbuat dari bahan logam dan gelas.
5. Klasifikasi kemasan berdasarkan tingkat kesiapan pakai (perakitan):
- a. Wadah siap pakai yaitu bahan kemasan yang siap untuk diisi dengan bentuk yang telah sempurna. Contoh: botol, wadah kaleng dan sebagainya.
 - b. Wadah siap dirakit / wadah lipatan yaitu kemasan yang masih memerlukan tahap perakitan sebelum diisi. Misalnya kaleng dalam bentuk lembaran (flat) dan silinder fleksibel, wadah yang terbuat dari kertas, foil atau plastik. Keuntungan penggunaan wadah siap dirakit ini adalah penghematan ruang dan kebebasan dalam menentukan ukuran.

D. Jenis-Jenis Kemasan Untuk Bahan Pangan

Berdasarkan bahan dasar pembuatannya maka jenis kemasan pangan yang tersedia saat ini adalah kemasan kertas, gelas, kaleng/logam, plastik dan kemasan komposit atau kemasan yang merupakan gabungan dari beberapa jenis bahan kemasan, misalnya gabungan antara kertas dan plastik atau plastik, kertas dan logam. Masing-masing jenis bahan kemasan ini mempunyai karakteristik tersendiri, Hal ini menjadi dasar untuk pemilihan jenis kemasan yang sesuai untuk produk

pangan. Karakteristik dari berbagai jenis bahan kemasan adalah sebagai berikut:

1. Kemasan Kertas; tidak mudah robek, tidak dapat untuk produk cair, tidak dapat dipanaskan, fleksibel
2. Kemasan Gelas: berat, mudah pecah, mahal, *non-biodegradable*, dapat dipanaskan, transparan/translusid, bentuk tetap (*rigid*), proses massal (padat/cair), dapat didaur ulang
3. Kemasan logam (kaleng): bentuk tetap, ringan, dapat dipanaskan, proses massal (bahan padat atau cair), tidak transparan, dapat bermigrasi ke dalam makanan yang dikemas, *non-biodegradable*, tidak dapat didaur ulang
4. Kemasan plastic: bentuk fleksibel, transparan, mudah pecah. *Non-biodegradable*, ada yang tahan panas, monomernya dapat mengkontaminasi produk
5. Komposit (kertas/plastik): lebih kuat, tidak transparan, proses massal, pengisian aseptis, khusus cairan, *non-biodegradable*.

Selain jenis-jenis kemasan di atas saat ini juga dikenal kemasan *edible* dan kemasan *biodegradable*. Kemasan *edible* adalah kemasan yang dapat dimakan karena terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan seperti pati, protein atau lemak, sedangkan kemasan *biodegradable* adalah kemasan yang jika dibuang dapat didegradasi melalui proses fotokimia atau dengan menggunakan mikroba penghancur.

Saat ini penggunaan plastik sebagai bahan pengemas menghadapi berbagai persoalan lingkungan, yaitu tidak dapat didaur ulang dan tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah, sehingga terjadi penumpukan sampah plastik yang menyebabkan pencemaran dan kerusakan bagi lingkungan. Kelemahan lain adalah bahan utama pembuat

plastik yang berasal dari minyak bumi, yang keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui.

Seiring dengan kesadaran manusia akan persoalan ini, maka penelitian bahan kemasan diarahkan pada bahan-bahan organik, yang dapat dihancurkan secara alami dan mudah diperoleh. Kemasan ini disebut dengan kemasan masa depan (*future packaging*). Sifat-sifat kemasan masa depan diharapkan mempunyai bentuk yang fleksibel namun kuat, transparan, tidak berbau, tidak mengkontaminasi bahan yang dikemas dan tidak beracun, tahan panas, biodegradable dan berasal dari bahan-bahan yang terbarukan. Bahan-bahan ini berupa bahan-bahan hasil pertanian seperti karbohidrat, protein dan lemak.

Pemilihan jenis kemasan yang sesuai untuk bahan pangan, harus mempertimbangkan syarat-syarat kemasan yang baik untuk produk tersebut, juga karakteristik produk yang akan dikemas. Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu kemasan agar dapat berfungsi dengan baik adalah:

1. Harus dapat melindungi produk dari kotoran dan kontaminasi sehingga produk tetap bersih.
2. Harus dapat melindungi dari kerusakan fisik, perubahan kadar air, gas, dan penyinaran (cahaya).
3. Mudah untuk dibuka/ditutup, mudah ditangani serta mudah dalam pengangkutan dan distribusi.
4. Efisien dan ekonomis khususnya selama proses pengisian produk ke dalam kemasan.
5. Harus mempunyai ukuran, bentuk dan bobot yang sesuai dengan norma atau standar yang ada, mudah dibuang dan mudah dibentuk atau dicetak.
6. Dapat menunjukkan identitas, informasi dan penampilan produk yang jelas agar dapat membantu promosi atau penjualan.

Pemilihan jenis kemasan untuk produk pangan ini lebih banyak ditentukan oleh preferensi konsumen yang semakin tinggi tuntutanannya. Misalnya kemasan kecap yang tersedia di pasar adalah kemasan botol gelas, botol plastik dan kemasan *sachet*, atau minuman juice buah yang tersedia dalam kemasan karton laminasi atau gelas palstik, sehingga konsumen bebas memilih kemasan mana yang sesuai untuknya, dan masing-masing jenis kemasan mempunyai konsumen tersendiri.

12.3. Penutup

Potensi dalam mengembangkan rumput laut sangat besar. Oleh karena itu, teknik pengolahan dan pengemasan rumput laut yang siap saji sangat diperlukan. Semoga dengan informasi yang tersedia dalam bacaan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menyebarkan kepada banyak pihak yang membutuhkan, khususnya demi untuk kesejahteraan dan kemakmuran masyarakat pesisir. Penulis tidak lupa memohon maaf atas segala keterbatasan sebagai manusia biasa bila terdapat kesalahan atau hal yang keliru dalam tulisan ini.

Bab 13

Analisis Kelayakan Usaha

13.1. Pengantar

Menentukan suatu keuntungan dan kerugian suatu usaha dapat dilakukan dengan membuat perhitungan analisis usaha. Berdasarkan perhitungan analisis usaha, pembudidaya dapat melakukan evaluasi dari usaha budidaya rumput laut yang dilakukan, serta belajar dari kesalahan yang terjadi selama proses budidaya.

Analisis usaha perlu dilakukan sebelum usaha budidaya rumput laut dilakukan, sehingga pelaku usaha pembudidaya dapat memperkirakan dan mengetahui sejauh mana keuntungan, pengembalian investasi hingga titik impas yang dapat dicapai dari usaha budidaya rumput laut yang dilakukan. Berikut contoh analisis usaha budidaya rumput laut.

13.2. Analisis Usaha Bibit Rumput Laut

Setiap orang dan setiap daerah memiliki metode tertentu dalam melakukan usaha budidaya rumput laut, maka dalam perhitungan analisis usaha ini menggunakan asumsi sebagai berikut :

1. Jenis rumput laut yang digunakan adalah *Euचेuma cottonii*

2. Metode budidaya yang digunakan adalah long line
3. Harga alat dan bahan yang diperoleh berdasarkan harga pada daerah di Teluk Seriwe, Desa Seriwe, Kecamatan Jerowaru, Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat pada bulan November tahun 2022
4. Kegiatan budidaya berlangsung selama 40 hari

Berdasarkan dari asumsi tersebut maka, diperoleh data berupa data investasi, biaya tetap dan biaya tidak tetap, yang mana biaya investasi merupakan biaya yang keluar untuk mendukung suatu kegiatan tertentu, biaya tetap merupakan biaya yang keluar tanpa pengaruh dari kegiatan produksi, sedangkan biaya tidak tetap merupakan biaya yang bisa berubah tergantung dari aktivitas produksi.

Dalam melakukan perhitungan analisis usaha ada dua langkah utama yang harus dilakukan. Langkah pertama yaitu melakukan pengelompokan data menjadi tiga bagian yaitu, data investasi, data biaya tetap dan data biaya tidak tetap. Langkah kedua yaitu melakukan perhitungan berdasarkan dari data pada langkah pertama. Berikut data analisis usaha budidaya rumput laut yang dilakukan oleh salah satu pembudidaya di Teluk Seriwe, Desa Seriwe, Kecamatan Jerowaru, Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat, yang dimiliki oleh Bapak Fuji Rahmatullah. Adapun pengelompokan dan perhitungan sebagai berikut:

1. Langkah Pertama

Langkah pertama lebih difokuskan pada pengelompokan investasi, biaya tetap dan biaya tidak tetap.

A. Investasi

No.	Nama Benda	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Total
1	Tali Nilon 12"	50	Kg	Rp. 45.000	Rp. 2.250.000
2	Tali Nilon 10"	25	Kg	Rp. 45.000	Rp. 1.125.000
3	Tali Nilon 4"	200	Kg	Rp. 45.000	Rp. 9.000.000
4	Tali Nilon 1,5"	20	Kg	Rp. 45.000	Rp. 900.000
5	Pelampung	120	Buah	Rp. 20.000	Rp. 2.400.000
6	Perahu + Mesin	1	Paket	Rp. 70.000.000	Rp. 70.000.000
Total Biaya Investasi					Rp. 85.675.000

B. Biaya Tetap

No.	Nama Benda	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Total
1	Penyusutan				Rp. 1.720.274
Total Biaya Tetap					Rp. 1.720.274

C. Biaya Tidak Tetap

No.	Nama Benda	Jumlah	Satuan	Harga satuan	Total
1	Bibit rumput laut	1000	Kg	Rp. 5.000	Rp. 5.000.000
2	BBM	20	L	Rp. 12.000	Rp. 240.000
3	Buruh ikan bibit	200			
4	Buruh pasang bibit	200			
5	Buruh panen bibit	200			
Total Biaya Tidak Tetap					Rp. 5.240.000

2. Langkah Kedua

Langkah kedua difokuskan berdasarkan data dari langkah pertama berdasarkan rumus-rumus sebagai berikut:

1. *Total Cost (TC) / Total Biaya*

$$TC = TFC + TVC$$

Keterangan:

TC : *Total Cost* (Total Biaya)

TFC : *Total Fix Cost* (Total Biaya Tetap)

TVC : *Total Variable Cost* (Total Biaya Tidak Tetap)

$$\begin{aligned} TC &= \text{Rp. } 1.720.274 + \text{Rp. } 6.640.000 \\ &= \text{Rp. } 8.360.274 \end{aligned}$$

2. *Total Penerimaan*

$$TR = P \times Q$$

Keterangan:

TR : *Total Revenue*

P : *Price* (Harga)

Q : *Quantity* (Jumlah Penjualan)

$$\begin{aligned} TR &= \text{Rp. } 30.000 \times 700 \text{ kg rumput laut kering} \\ &= \text{Rp. } 21.000.000 \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Besaran penerimaan yang diperoleh (Rp. 21.000.000) berdasarkan harga dan hasil panen yang diperoleh, pada saat perhitungan berlangsung dengan menggunakan rumput laut

kering yang harganya lebih tinggi (Rp. 30.000/kg) dari pada rumput laut basah (Rp. 6.000/kg).

3. Total Pendapatan

$$I = TR - TC$$

Keterangan:

I : Pendapatan

TR : *Total Revenue* (Total Penerimaan)

TC : *Total Cost* (Total Biaya)

$$\begin{aligned} I &= \text{Rp. } 21.000.000 - \text{Rp. } 8.360.274 \\ &= \text{Rp. } 12.639.726 \end{aligned}$$

Dalam 1 tahun terdapat 8 siklus pemanenan, yang artinya

$$\begin{aligned} I &= \text{Rp. } 12.639.726 \times 8 \\ &= \text{Rp. } 101.117.808 \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Total pendapatan atau sering disebut sebagai keuntungan merupakan selisih dari total penerimaan dikurangi total biaya selama satu siklus budidaya rumput laut. Dalam 1 tahun dapat dilakukan sebanyak 8 siklus budidaya, yang artinya dalam satu tahun memperoleh keuntungan sebanyak Rp.101.117.808/tahun

4. R/C Ratio

$$\text{R/C Ratio} = \frac{TR}{TC}$$

Keterangan:

R/C Ratio :

TR : *Total Revenue* (Total Penerimaan)

TC : *Total Cost* (Total Biaya)

Jika

- Nilai perhitungan R/C Ratio lebih kecil dari satu (<1) maka usaha dinyatakan tidak menguntungkan
- Nilai perhitungan R/C Ratio lebih kecil dari satu (=1) maka usaha dinyatakan balik modal
- Nilai perhitungan R/C Ratio lebih kecil dari satu (>1) maka usaha dinyatakan menguntungkan

$$\begin{aligned} \text{R/C Ratio} &= \text{Rp. 21.000.000} / \text{Rp. 8.360.274} \\ &= \mathbf{2,51} \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Berdasarkan hasil dari perhitungan memperoleh nilai R/C Ratio sebesar 2,51 yang mana nilai tersebut >1, artinya usaha budidaya rumput laut yang dilakukan oleh Bapak Fuji Rahmatullah menguntungkan dan layak untuk dilakukan.

5. Titik Impas Produksi (*Break Event Point* / BEP)

$$\text{BEP}_{\text{Produksi}} = \frac{\text{TC}}{\text{Harga Penjualan}}$$

Keterangan:

BEP_{produksi} : *Break Event Point*_{produksi} (Titik Impas Produksi)

TC : *Total Cost* (Total Biaya)

$$\begin{aligned} \text{BEP}_{\text{produksi}} &= \text{Rp. 8.360.274} / \text{Rp. 30.000} \\ &= \mathbf{279} \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Titik Impas budidaya rumput laut yang dilakukan oleh Bapak Fuji Rahmatullah diperoleh saat menghasilkan rumput laut kering sebanyak 279 kg per siklus produksi (panen).

6. Titik Impas Harga (Break Event Point / BEP)

$$\text{BEP}_{\text{Harga}} = \frac{\text{TC}}{\text{Total Produksi}}$$

Keterangan:

$\text{BEP}_{\text{harga}}$: *Break Event Point*_{harga} (Titik Impas Harga)

TC : *Total Cost* (Total Biaya)

$$\begin{aligned}\text{BEP}_{\text{harga}} &= \text{Rp. } 8.360.274 / 700 \text{ kg} \\ &= \text{Rp. } 11.943\end{aligned}$$

Kesimpulan :

Titik Impas budidaya rumput laut yang dilakukan oleh Bapak Fuji Rahmatullah diperoleh saat harga jual yang dilakukan berada pada harga Rp. 11.943 per siklus produksi (panen).

13.3. Penutup

Analisis usaha wajib dilakukan baik sebelum maupun saat usaha berlangsung. Hasil perhitungan menjadi gambaran bagi para pelaku usaha dalam mengetahui apakah usaha yang dilakukan berada pada fase menguntungkan, tidak menguntungkan atau hanya balik modal.

Analisis usaha pada usaha budidaya rumput laut *Eucheuma cottonii* milik Bapak Fuji Rahmatullah memberikan gambaran maupun kesimpulan bahwa usaha yang dilakukan memberikan masuk dalam kategori layak untuk diusahakan karena memperoleh keuntungan dan hasil panen serta harga jual

per siklus panen melebihi berat minimal seberat 279 kg dan melebihi harga minimal senilai Rp. 11.943 per siklus panen.

Bab 14

Memasarkan Hasil Produk Pengolahan : Sistem Pemasaran Sederhana Dan Klasifikasi Pasar

14.1. Pengantar

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki kekayaan hayati rumput laut yang melimpah. Handayani (2017) dalam Laporan Akhir Tahunan Kegiatan Penelitian Tahun Anggaran 2017 Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, menyimpulkan bahwa Indonesia memiliki 903 spesies dan 268 marga rumput laut yang terdiri dari rumput laut hijau (Chlorophyta), rumput laut coklat (Ochrophyta), dan rumput laut merah (Rhodophyta). Kekayaan rumput laut ini sudah banyak dimanfaatkan, baik untuk kebutuhan pangan maupun kebutuhan industri. Kebutuhan industri yang dimaksud adalah menyediakan bahan baku bagi produksi tekstil, fotografi, kosmetik dan farmasi.

Potensi rumput laut yang dimiliki oleh Indonesia menjadi perhatian utama pemerintah saat ini sehingga menjadikan rumput laut sebagai salah satu komoditas utama sektor perikanan selain tuna dan udang (Sahat, 2013). Keputusan pemerintah ini dirasa sudah sangat sesuai karena komoditas rumput laut sangat cocok untuk dijadikan komoditas utama.

Beberapa hal yang dapat mendukung alasan rumput laut dijadikan komoditas utama sektor perikanan adalah:

1. Peluang ekspor tinggi;
2. Harga relatif stabil;
3. Tidak ada kuota perdagangan;
4. Teknologi budidaya sederhana sehingga mudah untuk dipelajari;
5. Siklus budidaya yang pendek menyebabkan pembudidaya dapat mendapatkan keuntungan lebih cepat;
6. Kebutuhan modal yang kecil sehingga dapat dijalankan oleh Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM);
7. Rumput laut termasuk komoditas yang tidak dapat diubah karena tidak memiliki perubahan sintesis;
8. Budidaya rumput laut tergolong usaha padat karya yang membutuhkan tenaga kerja sehingga budidaya ini dapat menjadi salah satu lapangan pekerjaan bagi penduduk di kawasan pesisir.

Upaya pemerintah menjadikan rumput laut menjadi sektor utama perikanan menghasilkan bisnis rumput laut yang dapat bersaing secara global. Fao (2018) menyatakan bahwa Indonesia adalah negara penghasil rumput laut budidaya terbesar kedua setelah Cina yang menyumbangkan 38% rumput laut budidaya secara global dari 50 negara pembudidaya rumput laut lainnya. Potensi dan peluang bisnis rumput laut yang ada dapat meningkatkan pendapatan petani budidaya rumput laut rata-rata sebesar Rp1.500.000,-/bulan (Widyastuti, 2013). Potensi dan peluang ini dapat ditingkatkan dan dioptimalkan lagi dengan menggunakan strategi pemasaran yang tepat dan sesuai. Pada chapter ini penulis akan membahas lebih lanjut mengenai pemasaran rumput laut di Indonesia, mulai dari strategi yang telah dilaksanakan hingga klasifikasi pasar.

14.2. Potensi Pemasaran Rumput Laut

Produk rumput laut yang dipasarkan di Indonesia dapat berupa bahan baku atau produk siap guna, baik produk pangan maupun non-pangan. Secara global, Indonesia adalah negara yang pada tahun 2012-2016 mengekspor rumput laut yang dapat dikonsumsi (Kode: HS 121221) dan rumput laut yang tidak untuk konsumsi (Kode: HS121229) terbanyak di dunia.

Selain potensi ekspor, permintaan terhadap rumput laut juga diminati secara lokal. Industri seperti industri makanan, kosmetik, dan farmasi banyak membutuhkan rumput laut sebagai salah satu bahan yang membantu pembuatan produk. Pikokoloid yang merupakan polisakarida yang terdandung dalam rumput laut dapat berfungsi sebagai bahan pengental (emulsifier), perekat, dan stabilisator atau penstabil makanan (Herawati, 2018). Ada juga karagenan yang berperan penting dalam industri farmasi. Karagenan ini berfungsi sebagai pengemulsi, sebagai larutan granulasi dan pengikat (Prihastuti and Abdassah, 2019; Ramasari et al., 2012). Produk olahan makanan yang berbahan dasar rumput laut saat ini juga sudah banyak diproduksi, baik dalam skala industri maupun skala rumah tangga.

Saat ini, pembudidaya rumput laut di Indonesia masih berkebutuhan dengan penjualan rumput laut kering yang dijual sebagai bahan baku yang dibutuhkan oleh industri. Hal tersebut menyebabkan pendapatan yang didapat oleh petani rumput laut tidak setinggi potensi dari rumput lautnya. Untuk meningkatkan pendapatan, petani rumput laut harus menambah nilai jual dari rumput laut. Peningkatan nilai jual tersebut salah satunya dapat dilakukan dengan pengolahan hasil pertanian menjadi produk siap guna (Ngamel, 2012). Oleh karena itu, pemerintah menghimbau para petani rumput laut untuk lebih memasarkan produk olahan rumput laut dibandingkan menjual bahan mentahnya.

Hendrawati (2016) dalam bukunya menggambarkan penambahan nilai jual rumput laut jenis *Eucheima cottonii* di Sulawesi Selatan pada tahun 2016 (Gambar 13.1). Ilustrai tersebut memperlihatkan bahwa rumput laut dalam yang masih berbentuk bahan mentah memiliki nilai jual yang sangat rendah. Meskipun hanya dijadikan keripik, nilai jual rumput laut dapat bertambah lebih dari dua kali lipat. Hal tersebut dapat diwujudkan dengan adanya kebijakan pemerintah untuk meningkatkan ekspor produk pengolahan dan membatasi ekspor bahan baku (Sutinah et al., 2020).

14.3. Rantai Pemasaran Rumput Laut

Pemasaran rumput laut yang umumnya dilakukan di Indonesia memiliki alur yang serupa di setiap daerah. Bermula dari petani tambak yang melakukan budidaya hingga pemanenan. Rumput laut yang telah dipanen dikeringkan hingga kadar air yang terkandung berkisar antara 35 – 38%. Rumput laut yang telah dikeringkan akan dikumpulkan dan dijual ke pengepul untuk selanjutnya dijual ke pedagang, eksportir, atau industri pengolahan yang membutuhkan bahan baku rumput laut. Contoh rantai pemasaran dapat dilihat pada Gambar 13.2.

Lembaga pemasaran rumput laut di Indonesia pada umumnya terdiri dari pedagang pengumpul baik di tingkat desa atau kecamatan dan pedagang besar atau eksportir. Struktur pasar yang terbentuk dari lembaga pemasaran tersebut umumnya adalah oligopoli (Hikmayani et al., 2007). Pasar oligopoli adalah struktur pasar dimana jumlah produsen atau penjualnya tidak seimbang dengan jumlah pembeli. Jumlah pembeli relatif lebih banyak dibandingkan dengan produsen atau penjualnya.

Beberapa daerah seperti di Alor, Nusa Tenggara Timur, rantai pemasaran rumput yang dilakukan masih tergolong panjang (Wabang et al., 2022). Panjangnya rantai pemasaran

dapat merugikan petani rumput laut karena harga rumput laut yang dijual cenderung tidak stabil. Permasalahan lain yang timbul akibat dari terlalu panjangnya rantai pemasaran adalah:

1. Petani tidak mendapatkan informasi mengenai kebutuhan pasar.

Hal ini penting untuk diketahui oleh petani agar dapat mengusahakan penambahan nilai jual dari rumput laut yang mereka panen.

2. Tidak adanya transparansi harga.

Dengan demikian petani tidak dapat menjual dengan harga yang sesuai harga pasar. Hal ini dapat merugikan petani rumput laut karena ketidaktahuan tersebut dapat menyebabkan petani menjual rumput lautnya dengan harga yang jauh di bawah harga pasar yang sesungguhnya.

3. Banyaknya pengusaha yang bersaing tidak sehat.

Persaingan yang tidak sehat tersebut dapat mempengaruhi petani, baik secara langsung maupun tidak langsung. Akibat persaingan yang tidak sehat antar pengusaha terhadap petani rumput laut adalah tidak terbentuknya hubungan yang saling menguntungkan karena adanya keinginan untuk menjatuhkan pihak lain.

Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan memperpendek rantai pemasaran melalui mekanisme BUMDes. Mekanisme ini dapat dilakukan antar petani yang tidak memiliki hutang kepada pengepul. Hutang ini umumnya dilakukan oleh petani agar mendapatkan modal awal untuk budidaya rumput laut yang akan dilaksanakan. Adanya hutang piutang antara petani dan pengepul menjadi kendala terlaksananya mekanisme BUMDes. Oleh karena itu, permasalahan hutang piutang ini juga perlu menjadi perhatian.

Pemendekan rantai pemasaran juga dapat dilakukan dengan mengadakan Sistem Resi Gudang (SRG) khusus untuk rumput laut. Cara ini sudah berhasil memberikan keuntungan bagi petani rumput laut, yaitu berupa nilai tambah rumput laut (Wabang et al., 2022). Ketika komoditas rumput laut yang disimpan di Gudang SRG memenuhi kecukupan pasokan, standar kualitas, dan harga yang kompetitif, komoditas tersebut dapat dijual ke importir di luar negeri. Para petani rumput laut di beberapa tempat di Indonesia yang telah menjalankan Sistem Resi Gudang mengaku kini dapat mengekspor rumput laut ke pasar luar negeri. Hal ini tentu saja lebih menguntungkan petani rumput laut karena harga jual rumput laut di luar negeri lebih tinggi dibandingkan dengan pasar dalam negeri. Selain itu, pencarian pasar yang dilakukan sendiri membuat petani rumput laut mengetahui informasi yang pasti mengenai harga jual rumput lautnya.

14.4. Strategi Pemasaran Rumput Laut

Pemasaran rumput laut, baik dalam bentuk kering maupun produk olahan, merupakan hal penting yang dapat meningkatkan penjualan. Akan tetapi, proses pemasaran ini menjadi salah satu kendala khususnya bagi petani rumput laut. Salah satu penyebabnya adalah rantai pemasaran yang terlalu panjang seperti yang telah disampaikan sebelumnya. Hal ini menyebabkan petani rumput laut hanya menjual hasil panennya ke pengepul.



Gambar 14.1 Contoh Rumput Laut Kering (*Eucheema cottonii*).
(Orilda et al., 2021)

Produksi olahan rumput laut juga sudah mulai dilakukan oleh beberapa petani rumput laut di sebagian daerah. Contohnya adalah petani rumput laut di Desa Kertasari, Kecamatan Taliwang, Kabupaten Sumbawa Barat yang telah mengolah rumput laut menjadi produk siap konsumsi seperti dodol rumput laut, stik rumput laut dan kerupuk rumput laut. Produksi rumput laut ini diharapkan dapat menambah nilai jual dari rumput laut yang mereka panen, namun permasalahan pemasaran produk lagi-lagi menjadi kendala (Angga et al., 2022). Permintaan akan produk olahan rumput laut tergolong rendah akibat dari kurangnya pemasaran yang dilakukan. Permasalahan pemasaran produk rumput laut ini perlu ditanggulangi agar dapat meningkatkan penjualan dan pendapatan para petani rumput laut dan produsen produk olahan rumput laut.



Gambar 14.2. Contoh Produk Olahan Rumput Laut yang Dipasarkan secara *E-commerce*. (Sumber: Facebook Seaweed Aulia Sari)

Pemasaran rumput laut dapat dilakukan secara *offline* dan *online*. Adapun beberapa strategi pemasaran yang dapat dilakukan untuk pemasaran rumput laut kering dan produk olahan rumput laut.

14.4.1. Pemasaran *Offline*

Strategi pemasaran *offline* merupakan strategi pemasaran yang konvensional dan banyak dilakukan oleh petani rumput laut. Petani rumput laut dalam bentuk rumput laut kering akan memasarkan hasil panennya kepada pihak ketiga. Permasalahan yang terletak dalam sistem ini adalah sulitnya mencari pihak ketiga. Akibatnya, petani rumput laut memilih untuk menjual hasil panennya kepada tangkulak. Penjualan melalui tangkulak biasanya merugikan petani karena harga yang ditawarkan jauh di bawah harga pasar yang sesungguhnya. Sama seperti permasalahan rantai pemasaran yang panjang, permasalahan ini dapat ditanggulangi dengan mekanisme BUMDes.

BUMDes (Badan Usaha Milik Desa) merupakan badan usaha yang serupa dengan BUMN dan BUMD, sedangkan BUMDes berada ditingkat desa. Tujuan dari badan usaha ini adalah sebagai lembaga yang dapat mengakomodir kebutuhan masyarakat desa, khususnya dibidang ekonomi dan pelayanan umum. BUMDes diharapkan dapat menjadi lembaga penguat ekonomi masyarakat desa dengan menjadi alat pendayagunaan ekonomi desa yang disesuaikan dengan potensi ekonomi yang ada. Dengan demikian, keberadaan BUMDes dapat menjadi pendorong yang dapat mengoptimalkan potensi ekonomi, sumberdaya manusia, dan sumberdaya alam yang dimiliki suatu pedesaan. Tujuan-tujuan tersebut tertera pada PP No.11 tahun 2021 tentang Badan Usaha Milik Desa.

Sesuai dengan tujuan diadakannya BUMDes, desa yang memiliki potensi rumput laut dapat membentuk lembaga yang lebih terpercaya untuk menangani dan memberikan solusi terkait budidaya rumput laut serta pemasarannya. Lembaga ini dapat membantu para petani rumput laut untuk mencarikan pihak ketiga yang bersedia membeli rumput laut kering ataupun produk olahan rumput laut yang dihasilkan di desa tersebut. Pihak ketiga yang dimaksud dapat berupa eksportir dan/atau industri yang membutuhkan rumput laut sebagai bahan baku produknya, seperti industri makanan, industri kosmetik, dan industri farmasi.

Selain mencari pihak ketiga, penjual harus mengetahui apa yang diinginkan oleh konsumen. Industri-industri mungkin hanya menginginkan bahan baku terbaik untuk dapat dijadikan produk mereka. Jadi perlu adanya peningkatan kualitas hasil panen untuk mendapatkan pasar di industr tertentu. Pasar selain industri, seperti masyarakat umum juga perlu diperhatikan. Untuk menarik perhatian pasar dari masyarakat umum produsen perlu melakukan survei pasar. Produsen perlu mengetahui produk seperti apa yang sedang digandrungi oleh masyarakat umum. Dengan demikian, bisnis pengolahan rumput laut harus

terus dikembangkan dengan melakukan pembaruan produk yang sesuai dengan keinginan pasar. Beberapa contoh produk olahan yang beredar di pasar Indonesia saat ini adalah dodol rumput laut, kerupuk rumput laut, manisan rumput laut, es krim rumput laut, stik rumput laut, dan masih banyak lagi olahan rumput laut yang menarik untuk dijual.

Produk yang sudah sesuai dengan keinginan pasar perlu juga diperhatikan kemasannya. Kemasan yang baik dan menarik dapat meningkatkan penjualan. Kemasan memiliki fungsi utama untuk melindungi produk agar tetap bersih dan untuk mempermudah konsumen membawanya. Kemasan ini juga dapat dijadikan media pemasaran, maka perlu dibuat kemasan yang dapat menarik perhatian calon konsumen. Dengan demikian, design kemasan perlu diperhatikan dengan baik dengan mempertimbangkan fungsinya untuk melindungi produk, mempermudah konsumen membawanya, dan menarik perhatian calon konsumen.

Selanjutnya, lokasi yang strategis sangat diperlukan untuk pemasaran. Strategi pemasaran ini dapat dilakukan pada produk olahan rumput laut yang sudah siap guna atau siap konsumsi. Salah satu lokasi yang dapat menjadi pilihan untuk memasarkan rumput laut adalah area wisata. Area wisata menjadi tempat yang strategis untuk pemasaran produk olahan rumput laut karena biasanya wisatawan mencari oleh-oleh yang menjadi ciri khas dari tempat wisata yang dikunjungi. Selain itu, pusat perbelanjaan juga dapat dijadikan pilihan lokasi strategis untuk memasarkan produk olahan rumput laut ini.

Hal penting lain yang perlu diperhatikan adalah kenyamanan konsumen selama berbelanja juga perlu diperhatikan. Dilihat dari segi tempat penjualan, tempat yang dipilih bukan hanya tempat yang menarik bagi pembeli, tetapi juga harus mengutamakan kenyamanan bagi konsumen. Kenyamanan tersebut dapat dirasakan oleh konsumen apabila

tempat penjualannya bersih, tertata rapi, dan aman. Kenyamanan dalam membeli juga dapat didapatkan dengan adanya pelayanan yang baik. Pelayanan yang dimaksud dapat berupa keramah-tamahan yang ditawarkan oleh penjaga toko. Keramahan yang ditawarkan dalam sebuah tempat pemasaran dapat menjadi nilai tambah yang membuat konsumen ingin kembali lagi ke tempat tersebut.

Pemasaran *Online*

Era digital saat ini dapat menjadi dua sisi yang berlawanan. Di sisi pertama hal ini merupakan tantangan yang perlu dilalui dan di sisi lainnya hal ini dapat menjadi peluang yang perlu dimanfaatkan. Peluang yang dapat ditangkap salah satunya adalah sistem pemasaran yang dapat dilakukan secara *online*.

Keuntungan yang didapat dari pemasaran *online* adalah:

1. Dapat dilakukan dimana saja.
2. Dapat dilakukan oleh siapa saja.
3. Wilayah pemasaran menjadi lebih luas.
4. Target pasar menjadi lebih luas, baik dari segi lokasi maupun dari segi tingkatan usia konsumen.

Pemasaran secara online ini sangat membantu terutama pada saat pandemi beberapa tahun ini. Keterbatasan ruang gerak yang dapat dilakukan oleh masyarakat menyebabkan banyak hasil penjualan produk, bukan hanya produk rumput laut, yang menurun. Pemasaran produk online sangat membantu menjangkau pasar yang jauh dari lokasi produksi. Hal ini menjadi hal yang sesuai untuk dilakukan oleh produsen rumput laut mengingat keberadaannya yang umumnya berlokasi di pesisir dan jauh dari kota besar. Dengan adanya pemasaran secara online, dapat membantu produsen untuk memasarkan produk ke area yang perekonomiannya lebih baik dibandingkan

daerahnya. Hal ini membantu produsen menjemput keuntungan yang lebih banyak tanpa harus menunggu kedatangan konsumen berkunjung ke daerahnya. Keuntungan lain menggunakan strategi pemasaran online adalah dapat dilakukan oleh bisnis skala besar dan skala kecil.

Strategi pemasaran online dapat dilakukan melalui media sosial, website, dan web e-commerce. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam memasarkan produk secara online ini perlu memerhatikan beberapa hal, antara lain:

1. Perlu membangun kepercayaan konsumen; Caranya dengan mengelola laman pemasaran online yang akan kita gunakan semenarik mungkin sehingga terbentuk *brand awareness* yang meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk yang dijual, dalam hal ini adalah produk olahan rumput laut.
2. Membuat calon konsumen potensial tertarik terhadap produk yang dijual; Langkah awal yang dapat dilakukan adalah dengan menawarkan produk kepada orang-orang terdekat terlebih dahulu.
3. Membangun relasi; Relasi, khususnya relasi di media sosial perlu diperluas sehingga jangkauan pemasaran yang dapat dilakukan pun menjadi lebih luas.
4. Akurasi konten; Hal ini perlu dilakukan terutama bagi pemasaran yang dilakukan di media sosial. Hal yang harus dilakukan adalah menjaga konten yang dipublikasikan tetap relevan dan terus berkembang sehingga kualitas dari konten tetap terjaga dan meningkatkan rangking pencarian serta meningkatkan bisnis yang dibangun.
5. Membuat konten yang bernilai; Memastikan setiap konten yang dipublikasikan memiliki pesan yang bernilai bagi pembaca adalah suatu keharusan agar pembaca memiliki keinginan untuk kembali ke media online yang kita gunakan. Hal tersebut dapat meningkatkan kunjungan media online

yang digunakan sehingga diharapkan dapat meningkatkan reputasi bisnis serta meningkatkan penjualan.

6. Memilih platform yang akan digunakan; Pemilihan ini perlu dilakukan karena terlalu banyaknya platform dapat menghabiskan waktu kita untuk mengelolanya tapi tidak dapat meningkatkan hasil penjualan, maka dianjurkan untuk menggunakan platform yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. Hal ini juga dapat membantu kita untuk fokus dalam pengembangan platform yang lebih menguntungkan.
7. Mengikuti kelompok dan komunitas online; Kelompok dan komunitas yang dimaksud adalah kumpulan pebisnis lain. Keikutsertaan ini dapat dijadikan kesempatan untuk berdiskusi mengenai bisnis yang sedang dijalankan. Harapan yang ingin dicapai adalah mendapatkan masukan yang bermanfaat bagi keberlangsungan bisnis yang kita lakukan.
8. Penggunaan gambar produk yang menarik; Gambar yang menarik tentu akan menarik minat konsumen untuk membeli produk yang dipasarkan. Selain menarik, gambar yang dicantumkan dalam platform penjualan harus mengandung informasi yang dapat dicerna dengan baik oleh calon konsumen.

Strategi pemasaran online memang strategi yang terlihat mudah, memberi banyak keuntungan, dan dapat diaplikasikan. Akan tetapi, strategi ini membutuhkan sumberdaya manusia (SDM) yang memahami penggunaan platform-platform online yang akan digunakan. Selain itu, strategi ini memerlukan peralatan yang mumpuni, minimal adalah *smartphone*. Oleh karena itu, perlu adanya SDM yang khusus mengorganisir pemasaran dan sarana pendukung yang digunakan khusus untuk pemasaran online.

SDM yang mumpuni menjadi faktor yang sangat penting dalam strategi pemasaran online ini. Kompetensi yang perlu dimiliki oleh SDM yang perlu dimiliki adalah kemampuan

menggunakan IT. Ketersediaan SDM ini juga perlu dipersiapkan mengingat keberadaan budidaya rumput laut berada di daerah pesisir, sedangkan masyarakat pesisir umumnya memiliki tingkat pendidikan yang rendah (Silooy, 2017; Wahyu et al., 2016).

Kendala ini dapat ditanggulangi dengan mengikuti pelatihan-pelatihan mengenai penggunaan IT untuk pemasaran produk yang diadakan oleh swasta maupun pemerintah. Selain itu, perlu juga adanya niat dan keinginan yang kuat dari individu untuk mempelajari sistem ini. Dengan adanya niat dan keinginan belajar tersebut, setiap individu pasti akan mencari segala cara untuk mendapatkan ilmu yang diharapkannya karena mendapatkan ilmu dan pengetahuan di era globalisasi ini dapat dilakukan dengan mudah dan cepat. Jadi, SDM yang memiliki keinginan belajar dan terus berkembang sangat diperlukan dalam sistem pemasaran *online* ini.

14.5. Penutup

Rumput laut merupakan komoditas perikanan yang memiliki potensi yang tinggi. Hal ini adalah alasan utama pemerintah menjadikan rumput laut sebagai salah satu komoditas perikanan utama selain udang dan tuna. Potensi ekspor rumput laut Indonesia terlihat dari data FAO pada tahun 2012-2016 yang menyatakan bahwa Indonesia adalah negara pengekspor rumput laut budidaya tertinggi di dunia. Akan tetapi, permasalahan pemasaran hasil panen rumput laut belum bisa meningkatkan perekonomian para petani rumput laut secara signifikan.

Hal utama yang menjadi kendala adalah strategi pemasaran yang kurang baik karena umumnya para petani rumput laut hanya menjual hasil panennya kepada pengepul dengan harga jual yang lebih rendah dari harga pasar. Mekanisme BUMDes dapat menjadi salah satu upaya yang dilakukan untuk perbaikan sistem penjualan rumput laut,

termasuk sistem pemasarannya. Ada dua sistem pemasaran yang dapat dilakukan untuk pemasaran hasil panen maupun produk olahan rumput laut, yaitu secara *offline* dan *online*.

Pemasaran secara *offline* dilakukan dengan cara konvensional dengan menawarkan langsung produk kepada calon konsumen. Strategi pemasaran secara *offline* agar dapat menarik calon konsumen antara lain: 1) mencari pihak ketiga yang potensial; 2) pengembangan produk yang sesuai dengan keinginan pasar; 3) kemasan yang baik dan menarik; 4) pemilihan tempat pemasaran yang menarik; 5) mendahulukan kenyamanan calon konsumen; dan 6) memberikan pelayanan optimal dengan ramah.

Strategi pemasaran lainnya adalah secara *online*. Hal ini sangat mungkin dilakukan mengingat era globalisasi yang serba digital. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemasaran online adalah: 1) membangun kepercayaan konsumen; 2) menarik konsumen potensial; 3) membangun relasi *online*; 4) akurasi konten; 5) konten harus bernilai; 6) memilih platform yang akan digunakan; 7) mengikuti kelompok atau komunitas *online*; 8) menggunakan gambar produk yang menarik.

Bab 15

Pengembangan Agribisnis Rumput Laut

15.1. Pengantar

Indonesia memiliki kekayaan laut yang keseluruhannya belum termafaatkan secara tepat sehingga berdampak bagi keadaan perekonomian nasional. Dengan total wilayah perairan dengan luas 6.315.222 km² dengan sejajar garis pantai 99.093 kilometer serta deretan pulau yang berjumlah 13.466 pulau dapat dipastikan akan memiliki sumber daya rumput laut yang sangat besar dan berkontribusi menjadi penghasil rumput laut utama dunia. Rumput laut ini menjadi kontributor utama devisa negara dan sumber pendapatan potensial oleh masyarakat pesisir.

Sebagai negara perairan luas dunia, Indonesia dalam pengembangan komoditi rumput laut memiliki potensi besar dan strategis dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Indonesia merupakan penghasil rumput laut terbesar kedua setelah negara Tiongkok, dengan jumlah volume ekspor pada tahun 2020 sebesar 195.574 ton dengan nilai pendapatan mencapai 279,58 juta Dollar Amerika Serikat. Produksi rumput laut di Indonesia bisa menjadi penyumbang besar dari sektor perikanan. Jenis rumput laut yang dikembangkan di Indonesia meliputi jenis *Gracilaria sp*, *Cottoni sp* dan *Spinsum sp*. *Gracilaria sp* merupakan jenis komoditi rumput

laut dibudidayakan untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri dan memenuhi permintaan ekspor.

Pengembangan sektor agribisnis rumput laut meliputi subsistem hulu (input), subsistem budidaya (*onfarm*), subsistem hilir, dan aspek kelembagaan penunjang. Subsistem agribisnis hulu terkait penggunaan input yg berafiliasi dengan kegiatan usaha tani atau budidaya. Subsistem *onfarm* terkait dengan aktivitas budidaya rumput laut yang ada di daerah pesisir, mencakup metode rakit apung, metode *longline*, metode lepas dasar. Subsistem hilir terkait dengan kegiatan penanganan pasca panen rumput laut (agroindustri), yaitu pengolahan rumput laut samapai ke pemasarannya. Aspek yang menjadi penunjang utama dalam aktivitas pengembangan agribisnis rumput laut adalah aspek kelembagaan. Pada aspek kelembagaan ini terkait dengan aktor-aktor yang bertindak dan menjadi pelaku (*rule of the game*) dalam kegiatan pengembangan agribisnis rumput laut tersebut. Dengan adanya penguatan kelembagaan agribisnis rumput laut para pemangku kepentingan (*stakeholder*) dapat meningkatkan daya saing para petani rumput laut. Sejalan dengan itu aspek-aspek perlu didukung oleh suatu kebijakan pemerintah yang tentunya harus berpihak kepada petani rumput laut agar menjadi satu sumber devisa negara dan penyumbang pendapatan bagi masyarakat.

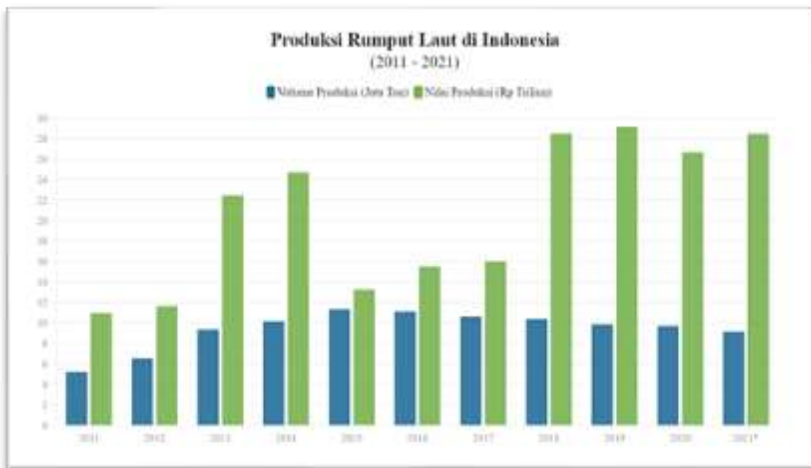
15.2. Pasar Potensial Rumput Laut

Dengan potensi komoditi rumput laut Indonesia yang sangat luar biasa besar mampu menjadi komoditi yang berperan untuk kemajuan ekonomi Indonesia. Sebagai buktinya Indonesia menjadi salah satu penghasil utama rumput laut jenis *Euchema Cotonii* bisa menguasai lebih 50% *market share* dunia serta mampu memenuhi permintaan pasar ekspor dari industri farmasi dan kosmetik. Dengan demikian produk yang diekspor 80% masih dalam bentuk mentah (*raw materials*) yaitu berupa rumput laut kering. Walaupun Indonesia telah memiliki sistem budidaya dan

pemasaran rumput laut yang cukup berkembang, namun belum mampu berimbang dengan pengembangan sektor pengolahan yang optimal. Ini dapat dilihat dari jumlah hasil produksi rumput laut nasional yakni hanya sekitar 20% yang terserap untuk diolah oleh industri di dalam negeri.(Abdullah 2017)

Rumput laut memiliki ribuan varietas berbeda dan mencakup banyak spesies rumput laut dan bentuk alga lainnya. Di Indonesia, rumput laut penghasil karaginan merah merupakan jenis yang paling banyak tersedia digunakan untuk tujuan komersial.

Salah satu spesies rumput laut yang banyak dikembangkan masyarakat pesisir dan bernilai ekonomi yang tinggi adalah *Kappaphycus alvarezii*. Pengembangan kawasan pesisir yang mempunyai indikator kesesuaian dan daya dukung perairan merupakan upaya yang dapat dilakukan untuk menjamin kelestarian produksi spesies ini di masa mendatang rumput laut berdasarkan indikator kesesuaian dan daya dukung.(Doumeizel et al. 2020)



Gambar 12.1 Produksi Rumput Laut Indonesia

Sumber : Kementerian Kelautan dan Perikanan 2021

Beberapa keunggulan dari bisnis rumput laut adalah peluang pasar ekspor yang masih terbuka sangat lebar, harga komoditi cenderung lebih stabil, kuota perdagangan bagi rumput laut juga belum dibatasi, teknologi budidayanya yang sederhana, sehingga mudah dilaksanakan, disamping itu siklus pembudidayannya tidak memerlukan waktu yang lama, sehingga cepat menghasilkan keuntungan, modal yang kebutuhan juga relatif kecil, karena tidak ada produk sintetisnya maka komoditas rumput laut yang tidak tergantikan, usaha budidaya rumput laut tergolong usaha yang padat karya, sehingga mampu menyerap tenaga kerja.

Ada sekitar 500 jenis produk yang dapat dihasilkan dari rumput laut dan bernilai tinggi. Namun kondisi sekarang Indonesia hanya menjual rumput laut tanpa diolah. Rumput laut kering yang bernilai sangat rendah dibandingkan saat sesudah menjadi bahan yang sudah diolah. Bahwa rumput laut sangat berpotensi menjadi komoditas unggulan Indonesia. Bila diolah dengan teknologi yang benar, maka potensi pendapatan dari rumput laut ini bisa menghasilkan ratusan miliar rupiah. Rumput laut merupakan produk *high class* yang pelanggannya berasal dari seluruh dunia. Selain dikonsumsi sebagai makanan, minuman dan obat-obatan, beberapa olahan rumput laut seperti gelatin, alginat, dan karaginan merupakan senyawa yang cukup penting yang menjadi bahan baku industri. (Abdullah Akmal 2017)

15.3. Strategi Pengembangan Budidaya Rumput Laut

Ada beberapa aspek yang dapat ditempuh dalam mengembangkan kegiatan agribisnis di antaranya; (1) menggerakkan kelima subsistem agribisnis secara simultan, serentak dan harmonis, serta (2) menjadikan agroindustri sebagai *leading sector*, dalam mengembangkan agroindustri tidak akan berhasil tanpa didukung oleh agroindustri penunjang lain. Model dibangun dengan menggunakan beberapa faktor input yang

bersifat dinamis. Menurut Siaran Pers Kementerian Kelautan dan Perikanan 2022, tanggal Nomor : SP.513/SJ.5/VII/2022 bahwa komoditi rumput laut ini berkontribusi ekonomi tinggi, baik dalam pertumbuhan ekonomi domestik maupun dalam penunjang ekspor. Rumput laut ini merupakan salah satu dari komoditas unggulan ekspor di samping kepiting, udang maupun lobster. Salah satu program prioritas KKP tahun 2022-2024 adalah pengembangan budidaya dari empat komoditas unggulan di pasar global. Untuk itu diperlukan peningkatan kapasitas dari masyarakat pembudidaya rumput laut tersebut dalam rangka peningkatan produksi di pasar global.

Salah satu strategi pengembangan usaha rumput laut menurut Doumeizel *et al.*, 2020 adalah pengembangan kolaboratif dari manifesto bertujuan untuk meningkatkan minat dan kontribusi aktif untuk pengembangan industri yang bertanggung jawab, organisasi pemerintah, organisasi non-pemerintah, pusat penelitian dan perusahaan. Pengembangan usaha rumput laut ini termasuk didalamnya penanganan aspek pasar dan pasca panen, optimalisasi fungsi kelompok pembudidaya, serta penyediaan fasilitas modal dalam meningkatkan akses permodalan. Harga dari rumput laut yang terus berfluktuasi akan menyebabkan nilai dari produksi rumput laut itu akan menjadi tidak menentu sehingga dapat menyebabkan ketidakpastian pendapatan diantara seluruh pelaku usaha budidaya rumput laut. Timbangnya perbedaan harga di tingkat pembudidaya dengan eksportir menimbulkan tingginya margin pemasaran dan menyebabkan lemahnya kelembagaan dalam pengembangan usaha rumput laut. Disamping itu masih banyaknya pembudidaya yang belum menerapkan standar budidaya yang sesuai standar.

Strategi peningkatan produktivitas dan produksi rumput laut dapat dilakukan dengan; 1) Memperluas lahan budidaya dan inovasi serta pengembangan teknologi budidaya terkini, 2) Melakukan penyuluhan petani rumput laut secara bertahap, 3)

Pengembangan industri pengolahan rumput laut, 4) Membangun pembibitan untuk memenuhi ketersediaan benih yang berkualitas, 5) Melakukan Pelatihan dan Pendampingan dalam pelaksanaan inovasi teknologi terkini, 6) Memberikan bantuan modal usaha, 7) Menjadwalkan pola tanam rumput laut, 8) Membangun dan mengembangkan gudang penyimpanan rumput laut, 9) Mengembangkan teknologi baru untuk mengatasi hama dan penyakit pada tanaman rumput laut, 10) Melakukan penguatan kelembagaan pembudidaya rumput laut untuk memperkuat posisi tawar harga rumput laut 11) Meningkatkan kualitas rumput laut (Tahang 2019)

15.4. Strategi Pengembangan Agroindustri Rumput Laut

Dalam pengelolaan rumput laut saat ini hanya berfokus pada aspek produksi saja dan belum berorientasi kepada agribisnis secara berkelanjutan. Ketiadaan peran agroindustri pengolahan rumput laut juga menjadi penyebab nilai tambah yang didapatkan pembudidaya cenderung lebih kecil. Untuk mengatasi itu salah satu solusinya yang dapat digunakan dalam mengatasi hal tersebut adalah dengan jalan meningkatkan nilai tambah dalam hal ini melalui pengembangan agroindustri (*off-farm*) (Nuryadi, Hartati, and Musa 2019).

Pemerintah melalui Kementerian Perindustrian RI berupaya terus dalam meningkatkan nilai tambah komoditi rumput laut tersebut agar dapat menjadi produk turunan yang mempunyai pangsa pasar besar, baik untuk kebutuhan di domestik maupun ekspor. Salah satu langkah kongkrit adalah mengoptimalkan peran pelaku industri olahan rumput laut agar dapat memberi dampak yang signifikan terhadap perekonomian nasional serta kesejahteraan masyarakat, utamanya peran petani dalam industri rumput laut Indonesia masih mengalami masalah dalam pengembangannya. Hilirisasi dan formulasi dari branding produk olahan (*Karagenan*) yang berasal dari bahan mentah rumput laut masih sangat kurang (Kemenperin 2021)

Terkait produk olahan rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* didalam negeri masih didominasi oleh ATC dan SRC. Pada industri yang menghasilkan RC sangat sedikit karena biaya yang diperlukan dalam investasi sangat besar. Produk turunan ATC dan SRC yang dapat diserap oleh pasar dalam negeri hanyalah sejumlah 10% dan lebihnya disisakan untuk diekspor ke luar negeri yaitu negara Negara timur tengah, Filipina, Jepang dan Amerika Serikat serta Eropa.

Menurut Hikmah 2015 dalam penelitiannya bahwa masalah yang timbul di lapangan terkait usaha ini adalah kurangnya jumlah tenaga kerja dan modal maupun asset usaha dalam kegiatan pengolahan rumput laut siap konsumsi ini. Umumnya tenaga kerja yang digunakan dalam usaha pengolahan rumput laut ini adalah wanita nelayan atau istri pembudidaya, sistem pemasarannya lebih mengandalkan order atau jika ada pesanan saja. Baik tenaga kerja, asset usaha, modal cukup terbatas sehingga hal tersebut menyebabkan produksi produk olahan rumput laut cukup dalam jumlah terbatas setiap bulannya. Selain itu masalah lain yang dihadapi dalam meningkatkan daya saing produknya adalah belum adanya sertifikasi dan perijinan yang lengkap seperti P-IRT, akibatnya dapat menghambat perkembangan pemasaran produk tersebut. Bagi pelaku usaha pengolahan pengurusan P-IRT cukup menimbulkan kesulitan karena kendala jarak yang jauh dari sentra produksi dan sumberdaya yang kurang sehingga pengurusannya sulit terealisasi.

Industri pengolahan rumput laut berperan besar tidak hanya di sektor hulu tetapi juga di sektor hilir. Komoditas rumput laut ini memiliki keterkaitan *back-to-front*. Tautan ini juga didasarkan pada penerapan teknologi yang digunakan dalam pemrosesan. Keterkaitan ke belakang mengacu pada produksi produk dengan menggunakan teknologi sederhana, yaitu mengolah rumput laut kering menjadi produk setengah jadi, dan mengolah rumput laut menjadi makanan/minuman. Kemudian

dari bahan setengah jadi ini dipindahkan ke industri yang dapat menghasilkan bahan baku penolong seperti karaginan, agar, *alginat* dan sebagainya. Dalam industri makanan, formula rumput laut digunakan sebagai bahan tambahan makanan pada bakso, nugget ayam, sirup, es krim, yogurt, jus dan jeli. Dalam industri non pangan, rumput laut digunakan untuk memproduksi kosmetik, tekstil, pasta gigi, cat dan berbagai jenis produk lain yang dihasilkan dari rumput laut

Dalam pembangunan berkelanjutan, perlu untuk memperkuat kerjasama antara pemerintah sebagai fasilitator, industri, masyarakat khususnya pembudidaya rumput laut untuk memantau kegiatan industri pengolahan yang akan berdampak pada lingkungan di kawasan agroindustri maka diperlukan kolaborasi antara pemangku kepentingan dalam industri rumput laut di seluruh area proyek diperlukan dalam semua aspek yang terkait dengan produksi rumput laut, penelitian, jasa ekosistem, pengelolaan budidaya rakyat dan budidaya skala kecil; pasar tradisional, dan sumber ekonomi alternatif (Laapo, Hasanuddin, and Tombolotutu 2022)

15.5 Adopsi Teknologi dan Inovasi Rumput laut

Dengan bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri rumput laut, serta kecenderungan masyarakat dunia untuk kembali ke hasil alam, maka permintaan akan rumput laut juga semakin meningkat. Peningkatan permintaan rumput laut dunia juga dapat dilihat dari peningkatan impor oleh negara-negara importir. Jepang adalah importir rumput laut terbesar di dunia, diikuti oleh China di posisi kedua dan Amerika Serikat (AS) di posisi ketiga. Menurut data yang diperoleh dari FAO (Food and Agriculture Organization), ketiga negara tersebut menyumbang 55,66% dari total impor dunia antara tahun 1999 hingga 2006. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa ketiga negara tersebut memiliki posisi penting bagi setiap negara pengekspor di dunia (Hikmah 2015).

Pentingnya adopsi teknologi dalam pengembangan agribisnis rumput laut adalah meningkatkan produktivitas dan nilai tambah. Produksi rumput laut tingkat *on farm* menjadi lebih besar, ketika para petani mampu mengadopsi teknologi tepat guna dalam mencegah terjadinya penurunan hasil panen dan mencegah terjadinya gagal panen. Berdasarkan hasil observasi, kegagalan panen rumput laut pada beberapa hasil penelitian ditemukan bahwa dipengaruhi oleh faktor alam, serangan hama dan penyakit berupa ikan kerapu dan kondisi rumput laut yang terserang bakteri jamur.

Doumeizel *et al.*, 2020 mencoba memperkenalkan sistem *biorefinery* perlu dikembangkan dan diujicobakan (idealnya di laut untuk menghindari biaya pengangkutan rumput laut basah) untuk mengekstraksi berbagai senyawa rumput laut menjadi sub produk yang berbeda untuk berbagai aplikasi bernilai lebih tinggi guna memaksimalkan ketahanan dan keuntungan untuk produksi

15.6. Rantai Nilai dan Kelembagaan Rumput Laut

Perubahan lingkungan usaha yang semakin cepat dengan persaingan yang semakin ketat disertai perkembangan teknologi yang pesat dan dinamika permintaan petani secara empiris menuntut adanya percepatan dan pengembangan rumput laut . Sistem sosial ekonomi petani rumput laut perlu digali potensi yang dimilikinya, untuk memberikan penyediaan saprodi terbaik dan kepuasan kepada petani secara berkelanjutan baik dari sisi jumlah, kualitas, ketepatan waktu distribusi, harga yang bersaing, dan pelayanan yang cepat dan ramah bagi petani. Pengembangan produksi rumput laut dari petani, ditekankan pada pola keterpaduan dari semua pihak yang terkait dalam proses produksi rumput laut, dengan tindakan yang ekonomis dan menjalin hubungan yang saling menguntungkan. (Setiyorini, Noorachmat, and Syamsun 2018)

Keberadaan kelompok tani tidak berfungsi secara efektif sehingga mengakibatkan tidak tercapainya tujuan kelompok tani terutama dalam hal peningkatan kualitas rumput laut dan posisi tawar petani. Nilai tambah yang diperoleh pembudidaya rumput laut adalah 1.000.243 rupiah/kg, pengepul kecil dan pengumpul besar masing-masing adalah 1.966.428 rupiah/kg dan 1.990.278 rupiah/kg, nilai tambah pedagang adalah 2.401.667 rupiah/kg.

Menurut Rimmer et al., 2021 Budidaya rumput laut di Indonesia terdiri dari tiga rantai nilai utama:

1. Rantai nilai pertama adalah marikultur dari *Carrageenophytes Kappaphycus* dan *Eucheuma* di daerah pantai yang dangkal, khususnya teluk yang terlindung. *Kappaphycus* dan *Eucheuma* masing-masing menyediakan karagenan kappa dan iota, yang digunakan dalam produk makanan sebagai agen pembentuk gel, penebalan, dan penstabil, serta dalam pengobatan eksperimental, formulasi farmasi, kosmetik, dan aplikasi industri. Berbagai metode budidaya, termasuk rakit dan susunan tali panjang, telah digunakan untuk bertani *Kappaphycus* dan *Eucheuma*. Setelah dipanen *Kappaphycus* dan *Eucheuma* dikeringkan di daratan atau di rak kemudian dijual ke tengkulak untuk diproses.
2. Rantai nilai kedua adalah *Agarofit Gracilaria*, yang lebih disukai rumput laut untuk membuat agar-agar yang digunakan dalam berbagai makanan dan proses medis. Indonesia dan Cina bersama-sama menghasilkan 69% dari total agar-agar dunia. Kebanyakan budidaya *Gracilaria* dilakukan di tambak air payau, biasanya dalam polikultur dengan ikan bandeng (*Chanos chanos*), udang atau spesies *euryhaline* lainnya. Ada beberapa budaya *Gracilaria* menggunakan teknik long line di perairan dangkal pesisir Sulawesi Selatan. *Gracilaria* yang dibudidayakan di kolam menghasilkan agar-agar dengan kekuatan gel yang lebih

rendah daripada rumput laut yang dikumpulkan secara liar, dan dilaporkan lebih rendah dari rumput laut yang dibudidayakan, dan dengan demikian membawa harga ke kisaran bawah untuk agar-agar makanan. *Gracilaria* yang dipanen dikeringkan di tepi tambak atau jalan raya yang berdekatan, kemudian dijual untuk diolah menjadi agar-agar.

3. Rantai nilai ketiga adalah pemasaran rumput laut dan produk berbasis rumput laut dipasar lokal untuk konsumsi manusia. Ini termasuk rumput laut *Caulerpa* yang dapat dimakan, yang dibudidayakan di tambak pesisir Di Sulawesi Selatan dan beberapa wilayah Indonesia lainnya, *Caulerpa* dijual langsung ke pasar lokal dan digunakan sebagai sayuran salad. Pasar lokal juga menjual *Kappaphycus* dan *Eucheuma* kering yang dibeli oleh konsumen yang merehidrasi rumput laut kering ini untuk digunakan dalam masakan mereka sendiri dan untuk memasak di rumah, dan di beberapa pasar daerah juga menjual berbagai produk 'makanan ringan' berbahan dasar rumput laut

Terdapat 4 (Empat) lembaga yang terkait dalam usaha budidaya rumput laut, keempat lembaga tersebut memiliki fungsi dan peran serta yang berbeda beda terkait dengan pengembangan budidaya rumput laut. Adapun penjabaran dari masing- masing kelembagaan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Lembaga Pemerintahan

Pemerintah telah melembagakan serangkaian undang-undang dan kebijakan tingkat nasional, peraturan pemerintah dan peraturan kementerian yang terkait langsung dengan budi daya rumput laut. Sebagai contoh Direktur Perencanaan Sumberdaya Alam Kementerian Investasi/Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) mengatakan Kementerian Kelautan dan Perikanan telah mengambil langkah-langkah untuk mendorong peningkatan investasi di sektor perikanan, termasuk sektor rumput laut, termasuk dukungan yang

diberikan antara lain fasilitasi pajak dalam bentuk *Tax Allowance* (TA), serta *Super Tax Deduction* untuk Litban dan Penyelenggaraan Vokasi.(KKP RI 2022).

Kebijakan lain juga berupa peningkatan insentif bagi petani rumput laut yang dapat diwujudkan dalam bentuk subsidi produksi dan harga yang layak ditingkat petani. Melalui subsidi input yang diberikan pemerintah kepada para petani rumput laut akan membantu mengurangi atau menekan biaya produksi, sehingga pendapatan yang diperoleh menjadi lebih besar. Besarnya pendapatan yang diperoleh petani harus ditunjang dengan harga layak di tingkat petani, sehingga kebijakan pemerintah berupa penentuan harga rumput laut yang lebih tinggi di tingkat petani sangat diperlukan

2. Lembaga Permodalan

Merupakan lembaga yang memberikan fasilitas bantuan permodalan untuk budidaya rumput laut. Lembaga permodalan yang dimanfaatkan pembudidaya yaitu bank umum dan bank perkreditan rakyat, serta Koperasi Unit Desa (KUD) yang terdapat pengembangan kelembagaan ekonomi petani rumput laut berimplikasi pada kepentingan stakeholders sehingga perlu dikaji sensitivitas pengembangan dalam rangka harmonisasi kepentingan diantara stakeholders. Pola kebijakan pengembangan seharusnya fokus pada keleyakan dasar petani yang disepakati berdasarkan brainstorming keputusan melibatkan stakeholders. Rekomendasi penguatan kelembagaan petani rumput laut diharapkan dapat meningkatkan nilai tawar petani, mengefisienkan jalur tataniaga serta meningkatkan inovasi petani dalam mengembangkan nilai tambah rumput laut melalui Beberapa temuan studi menunjukkan bahwa kesalahan terus terjadi dalam kegiatan di sepanjang rantai nilai rumput laut, terutama dalam penggunaan input benih

dan perlakuan pascapanen, yang memengaruhi kuantitas, kualitas, dan nilai tambah rumput laut. Pemerintah melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan telah mengembangkan rencana desa budidaya dan membentuk klaster budidaya rumput laut untuk memberikan kepastian tata ruang bagi pembudidaya. Ada juga program bantuan pinjaman modal usaha untuk petani kecil, menengah dan besar.(KKP RI 2022)

3. Kelompok Tani Budidaya Rumput Laut

Kelompok tani budidaya rumput laut dibentuk dengan tujuan untuk mengatasi permasalahan bersama dalam kegiatan budidaya rumput laut. Keberadaan kelompok tani memiliki fungsi sebagai wadah organisasi untuk memperkuat hubungan antar pembudidaya dengan pembudidaya lainnya misalnya untuk bertukar informasi produk ataupun harga pasar. Informasi ini disampaikan melalui pertemuan rutin yang mereka lakukan setiap bulan sekali. Kelompok tani juga berfungsi sebagai penghubung antara pembudidaya dengan pihak pemerintah seperti didapatnya informasi mengenai program- program yang akan dilakukan oleh pemerintah. Dengan begitu kegiatan yang dilakukan akan lebih maksimal dan tepat sasaran. Permasalahan yang terjadi adalah tidak semua pembudidaya rumput laut ikut tergabung dalam kelompok tani, sehingga informasi yang diberikan kelompok tani tidak maksimal.

4. Kelompok Pemasaran

Pengumpul kelompok pemasaran berperan sebagai lembaga pendistribusian hasil komoditi dari pembudidaya sampai ke tingkat pengolah atau pabrik. Yang dimaksud kelompok pemasaran adalah para pengumpul atau koperasi. Kelompok pemasaran masih didominasi oleh pemasaran melalui pengumpul dengan persentase sebesar 89%. Sedangkan yang menjual ke koperasi hanya 7%. Pengumpul biasanya merupakan masyarakat desa yang merangkap

sebagai pembudidaya. Banyaknya pembudidaya yang menjual hasil rumput lautnya ke pengumpul dikarenakan lokasi pengumpul yang lebih dekat dengan tempat budidaya sehingga memudahkan proses distribusi. Selain itu harga yang ditawarkan oleh pengumpul masih bisa dinegosiasikan sehingga pembudidaya bisa memperoleh keuntungan yang lebih banyak. Kebijakan pemerintah dalam investasi pada komoditas rumput laut, maka disusun kebijakan investasi yang berkelanjutan, lalu meningkatkan koordinasi promosi investasi, melaksanakan target promosi, serta memperkuat peran dalam fasilitasi minta investasi (KKP RI 2022)

Pembudidaya yang menjual di koperasi pada umumnya merupakan masyarakat yang meminjam modal di lembaga tersebut. Selama ini harga jual ditentukan oleh pengumpul maupun koperasi sesuai dengan kualitas rumput laut serta permintaan pasar.

Tentunya yang paling utama dalam pengembangan agribisnis rumput laut ini diperlukan kolaborasi dari berbagai pihak bertujuan untuk meningkatkan minat dan kontribusi aktif untuk pengembangan industri yang bertanggung jawab dari organisasi antar pemerintah, organisasi non-pemerintah, pusat penelitian dan perusahaan (Doumeizel et al. 2020)

15.7. Tantangan Dalam Pengembangan Rumput Laut

Menurut Ir. Bambang Priono, 2016, Beberapa hal yang menjadi tantangan dalam pengembangan rumput laut yakni permasalahan yang terkait dengan budidaya rumput laut seperti benih rumput laut, teknik pembudidayaan dan pengolahan produk serta pemasarannya, maka untuk pengembangan rumput laut ini para pembudidaya perlu menjalin kemitraan dengan pengusaha besar rumput laut dengan pola yang saling menguntungkan, seperti pola kemitraan terpadu atau pola-pola lainnya. Permasalahannya adalah belum terbentuknya persepsi pembudidaya terhadap usaha budidaya rumput laut dari usaha

sampingan menjadi usaha pokok. Selama ini, bentuk usaha yang banyak dianut oleh masyarakat pembudidaya masih belum berbentuk usaha mandiri. Dimana dalam pengembangan budidaya rumput laut di daerah-daerah masih terkait proyek, sehingga jika proyek tidak berjalan karena kekurangan dana maka kegiatan pertanian juga akan terhenti. Hal ini menjadi tantangan bagi pemerintah untuk menciptakan sistem pertanian yang berkelanjutan dan mensinergikan seluruh pelaku usaha dari hulu hingga hilir agar pertemuan usaha dan petani yang dilakukan pemerintah selama ini dapat berjalan sesuai rencana dan berkelanjutan. Selain itu, pemilihan areal tanam harus didahului dengan kajian mendalam tentang kesesuaian dan legitimasi lahan, serta penguatan kapasitas dan keterampilan petani untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi yang memenuhi kebutuhan pasar dunia. Selain faktor budidaya yang baik, alga yang berkualitas tinggi juga dipengaruhi oleh iklim dan geografi Indonesia, seperti sinar matahari, tekanan arus serta kualitas air dan salinitas, tergantung kebutuhan dan pertumbuhan rumput laut. (Indonesia Baik.id 2022)

15.8. Penutup

Peluang pengembangan agribisnis rumput laut di Indonesia masih terbuka sangat lebar. Pengembangan budidaya rumput laut perlu menjadi perhatian pemerintah dan stakeholder. Kendalalanya jika pelaksanaannya melalui program pemerintah biasanya tergantung pada anggaran yang tersedia, kegiatan budidaya juga terhenti. Merupakan tantangan bagi pemerintah untuk dapat menciptakan sistem pertanian yang berkelanjutan dan menghubungkan semua perusahaan dari hulu ke hilir, sehingga pertemuan bisnis dan petani diatur oleh pemerintah, pelaksanaannya sejauh ini dapat berjalan sesuai rencana dan efektif. abadi. Selain itu, pemilihan lokasi pertanian harus dilakukan sebelum studi menyeluruh tentang kecukupan dan legalitas kepemilikan tanah, serta peningkatan kapasitas dan keterampilan petani untuk menghasilkan produk berkualitas

yang memenuhi kebutuhan pasar global. Selain dipengaruhi oleh faktor tumbuh yang baik, kualitas rumput laut juga dipengaruhi oleh iklim dan geografi di Indonesia seperti sinar matahari, arus laut, tekanan, kualitas air dan kandungan air dalam garam sesuai kebutuhan.

Bab 16

Berkoperasi dan Digitalisasi untuk *Scaling Up* Agribisnis Rumput Laut

16.1. Pengantar

Rumput laut memiliki potensi ekonomi sangat besar dan menjadi salah satu komoditas unggulan di bidang perikanan (Sulistyaningsih & Suryaningsih, 2021). Rumput laut merupakan komoditas potensial untuk dibudidayakan dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Fadli, Pambudy, & Harianto, 2018). Pengembangan agribisnis rumput laut meliputi sub-sistem *input* (hulu), sub-sistem budidaya (*onfarm*), sub-sistem hilir, dan aspek kelembagaan (Nurcomariah, Hubeis, Trilaksani, 2020). Artikel ini tidak membahas pada aspek budidaya secara khusus, namun membahas pada aspek kelembagaan dalam bentuk koperasi dan digitalisasinya sampai dengan ekosistem untuk *scaling up* (meningkatkan) agribisnis rumput laut.

16.2. Agribisnis Rumput Laut

Agribisnis merupakan kesatuan usaha yang meliputi produksi, pengolahan hasil, dan pemasaran yang berhubungan dengan pertanian dalam arti luas, yaitu kegiatan usaha yang menunjang aktivitas pertanian dan aktivitas usaha yang ditunjang aktivitas pertanian. Rantai produksi budidaya rumput laut secara teknis: persiapan rakit, pemilihan bibit, penanaman bibit, perawatan selama pemeliharaan, pemanenan, dan

pemasaran. Dalam agribisnis rumput laut membutuhkan analisis pasar yaitu rantai pemasaran dan margin pemasaran, sedangkan analisis finansial meliputi produksi dan penerimaan serta analisis untung rugi (Mubarak, 2007).

Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia mendukung untuk menjadikan rumput laut sebagai komoditas unggulan dalam meningkatkan perekonomian masyarakat khususnya di pesisir. Agribisnis rumput laut di Indonesia memiliki prospek bagus karena sumber dayanya yang tidak terbatas apalagi jika budidayanya menggunakan bibit unggul. Rumput laut mudah dalam pemeliharannya, dan biayanya tidak terlalu besar dibandingkan komoditas kelautan lainnya. Rumput laut yang sudah dibudidayakan masyarakat adalah *eucheuma spinosum* dan *gacilaria*, termasuk ke dalam jenis rumput laut merah yang sering dimanfaatkan sebagai bahan baku industri (dkpp.bulelengkab.go.id).

Jenis rumput laut *gracilaria* yang biasa disebut "agar-agar" ini bahkan telah berhasil dikembangkan menjadi berbagai jenis varian produk olahan makanan. *Gracilaria* merupakan salah satu alga merah penghasil agar-agar dengan kandungan agar yang dapat berfungsi sebagai pengental dan pengemulsi makanan, obat-obatan, kosmetik, kertas, dan lainnya. *Gracilaria* sangat potensial untuk pasar domestik atau dalam negeri dan pasar internasional atau luar negeri untuk ekspor. *Gracilaria* dapat dibudidayakan secara polikultur misalnya dengan ikan bandeng, dibudidayakan dalam satu tambak yang menjadi nilai tambah bagi pembudidayanya (kkp.go.id).

Bahkan rumput laut *gracilaria* merupakan penghasil agar (agarofit), termasuk komoditas unggulan yang memiliki posisi strategis dalam menopang perekonomian nasional melalui peningkatan penerimaan devisa negara sekaligus dapat meningkatkan kesejahteraan pembudidaya dan masyarakat sekitar. Keunggulan membudidayakan *gracilaria* adalah biaya

produksi dan resiko relatif kecil, panen relatif cepat dan terus menerus tanpa tanam ulang, teknologi budidaya yang sederhana, penyerapan tenaga kerja cukup tinggi, sebagai salah satu upaya mengurangi laju pemanasan global, dan permintaan pasar yang terus meningkat (ropeg.kkp.go.id).

Selain kedua jenis rumput laut tersebut, masih ada jenis rumput laut lainnya yang mengandung bahan kimia berguna dan belum dibudidayakan. Rumput laut bermanfaat dan digunakan di berbagai macam industri pangan, kosmetik, farmasi, tekstil, dan sebagainya. Produk turunan yang dihasilkan dari rumput laut jenis tertentu diantaranya agar-agar, alginat, dan karaginan. Permintaan rumput laut di pasar domestik dan pasar internasional atau ekspor masih bagus saat ini (dkpp.bulelengkab.go.id).

16.3. *Scaling Up* Agribisnis Rumput Laut

Diantara upaya untuk *scaling up* atau meningkatkan budidaya yang mendukung agribisnis rumput laut di Indonesia oleh pemerintah dalam hal ini Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan, adalah Loka Riset Budidaya Rumput Laut yang diselenggarakan pada tahun 2020-2024 sesuai dengan Surat Keputusan Kepala Loka Riset Budidaya Rumput Laut Nomor 515/BRSDM-LRBRL/2020 tentang Rencana Strategis Loka Riset Budidaya Rumput Laut Tahun 2020-2024. Di dalam SK tersebut disebutkan bahwa:

“Riset bidang budidaya rumput laut disusun sesuai dengan tingkat kesiapan teknologinya (TKT). Untuk meningkatkan manfaat dan daya dukung hasil riset yang telah dilakukan, diperlukan pengembangan melalui peningkatan skala (*scaling up*) sebagai bagian dari uji adaptasi. Selanjutnya uji lapang bersama masyarakat diharapkan dapat memudahkan proses diseminasi dan asimilasi hasil inovasi kepada calon pengguna (*stakeholder*). Dari kegiatan riset dan pengembangan tersebut

akan dihasilkan keluaran berupa data dan informasi, teknologi, dan rekomendasi, serta publikasi ilmiah.” (kkp.go.id).

Selain itu, salah satu daerah di Indonesia yang memiliki potensi budidaya dan agribisnis rumput laut untuk terus dikembangkan adalah Sidoarjo, Jawa Timur. Sidoarjo merupakan kabupaten yang mempunyai potensi lahan budidaya tambak terbesar kedua di Provinsi Jawa Timur setelah Kabupaten Gresik. Dengan potensi lahan budidaya tambak di Kabupaten Sidoarjo sebesar 15.513 hektare. Pada April 2022 dikabarkan bahwa Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), melalui Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (DJPB) bakal membuat suatu model kampung budidaya rumput laut di Kabupaten Sidoarjo (kkp.go.id).

Dalam budidaya, metode polikultur yang dilakukan bertujuan untuk menjaga keseimbangan lingkungan, mengurangi serangan penyakit, dan menambah pendapatan pembudidaya. Metode ini merupakan budidaya berkelanjutan sehingga pembudidaya semakin meningkat perekonomiannya dari waktu ke waktu serta ramah lingkungan (kkp.go.id).

Di luar konteks kebijakan pemerintah, dan upaya-upaya untuk melakukan *scaling up* berbasis masyarakat pembudidaya sebagai bagian dari agribisnis rumput laut selain dalam metode budidayanya, dapat terus dilakukan dengan mengedepankan kemandirian mereka. Meskipun Menteri Koperasi dan UKM Teten Masduki pada September 2022 juga mengingatkan peran penting koperasi dalam ekosistem budidaya rumput laut. Menurutnya, koperasi bisa berperan sebagai *oftaker* dari pembudidaya di sektor hulu, sekaligus menjadi upaya penguatan kemitraan rantai pasok berbasis koperasi sebagai kunci sukses hilirisasi industri rumput laut di Indonesia. Di sektor hulu, biarlah pembudidaya fokus meningkatkan produksi. Namun, jangan lupa berkoperasi (www.liputan6.com).

Namun ketika mengikuti logika berpikir Teten Masduki, seolah-olah harus ada dua koperasi yang berbeda yaitu koperasi produksi di hulu dan koperasi pemasaran di hilir. Seungguhnya kalau itu demi sebuah ekosistem juga tidak sepenuhnya tepat dan benar. Koperasi bisa hanya satu yang keanggotaannya menghimpun para pembudidaya di hulu sekaligus para distributor atau pemasar di hilir, tentu saja dengan unit usaha yang juga lebih dari satu yaitu produksi dan pemasaran.

16.4. Koperasi Agribisnis Rumput Laut

Salah satu koperasi agribisnis rumput laut di Indonesia adalah Koperasi Agro Dipa Niaga yang merupakan peningkatan kelembagaan Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Tambak Mulya, yang mulai membudidayakan rumput laut *Gracilaria* sejak tahun 2012. Mereka mengadakan perluasan budidaya rumput laut dengan sistem kemitraan untuk meningkatkan produksi guna memenuhi permintaan yang terus meningkat. Koperasi Agro Dipa Niaga berada di Desa Cemara, RT. 13 RW. 04, Kecamatan Cantigi, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat, Indonesia.

Keuntungan sebagai mitra *start up* di Koperasi Agro Dipa Niaga adalah investasi hanya sekali, mendapatkan sepuluh kali panen selama dua tahun, masa panen dua bulan (setahun lima kali panen), bisa sendiri atau berkelompok sebagai investor, sistem bagi hasil perpanen, usaha yang berkelanjutan dan bisa diwariskan, usaha yang riil dengan sistem mentoring berkelanjutan, serta aman dan terpercaya. Dengan catatan bahwa nilai investasi paket usaha akan melalui tahap negosiasi antara Mentor dan *Start Up* yang akan dituangkan dalam perjanjian bisnis, dengan pendampingan oleh Hub Layanan Bisnis dan *Entrepreneurship*, masa kontraknya selama 24 bulan, modal dikembalikan di akhir bulan ke 24 setelah masa tebar bibit, dan bisa diperpanjang sesuai kesepakatan. Contoh paket usaha budidaya rumput laut air payau tumpangsari ikan bandeng

dengan tambak mulia di Koperasi Agro Dipa Niaga adalah sebagai berikut:

Tabel 16.4.1

Rancangan Kemitraan Investasi Koperasi

Luas	Nilai Investasi	Keuntungan Per Panen	Potensi Penghasilan per Tahun
1 Ha	62.050.000	3.072.000	16.860.000 (27 %)
2 Ha	122.500.000	6.144.000	34.720.000 (28 %)

Sumber: ropeg.kkp.go.id

Selain itu ada contoh lain koperasi agribisnis rumput laut di Indonesia yaitu Koperasi Mina Agar Makmur yang memproduksi olahan agar-agar dari rumput laut dengan dua produknya, yakni agar stik dan mi kristal dan per tahun meraup keuntungan sebesar Rp 6 Miliar. Pembuatan dan pengolahan kedua produk ini dilakukan di Desa Pisangsambo, Kecamatan Tirtajaya, Kabupaten Karawang. Fasilitas pengolahan agar-agar rumput laut olahan dari Kelompok Anugerah Pertiwi mitra dari koperasi tersebut cukup lengkap: memiliki beberapa unit *freezer*, pengeringan rumput laut, dan pengolahan racikan bumbu untuk penyedap rasa mi kristal dalam mangkuk kertas atau *paper bowl*. Mi kristal agar-agar rumput laut olahan Kelompok Anugerah Pertiwi dijual Rp 10.000 untuk ukuran mangkuk 7 gram. Sedangkan dalam wadah plastik ukuran 30 gram dilepas pada harga Rp 30.000. Mi kristal agar-agar rumput laut ini banyak disukai, bahkan salah satu konsultan kesehatan di daerah Jakarta memesan mi kristal ini untuk diet kesehatan. Pelanggan setia mi kristal itu yakni perusahaan konsultan Kesehatan di Jakarta Selatan. Awalnya konsultan tersebut membeli 100 buah, kemudian berkembang menjadi 5.000 buah. Kini sudah menembus 11.000 buah. Diketahui, total kapasitas produksi mi

kristal Kelompok Anugerah mencapai 15.000 buah. Sebelum memproduksi mi kristal, Kelompok Anugerah Pertiwi lebih diterima pasar terlebih dahulu memasarkan Agar Strip. Agar Strip adalah makanan olahan rumput laut jenis *glacilaria* sp yang mengandung serat tinggi dan cocok dijadikan menu diet. Makanan jenis ini banyak digemari di China dan Jepang. Inovasi produk hilir rumput laut Kelompok Anugerah Pertiwi sejatinya bermula lewat Agar Strip yang diinovasikan pada 2018 berkat bantuan dari Balai Besar Pengujian Penerapan Hasil Perikanan (BBP2HP), sekarang Balai Besar Pengujian Penerapan Produk Kelautan dan Perikanan (BP3KP) (regional.kompas.com).

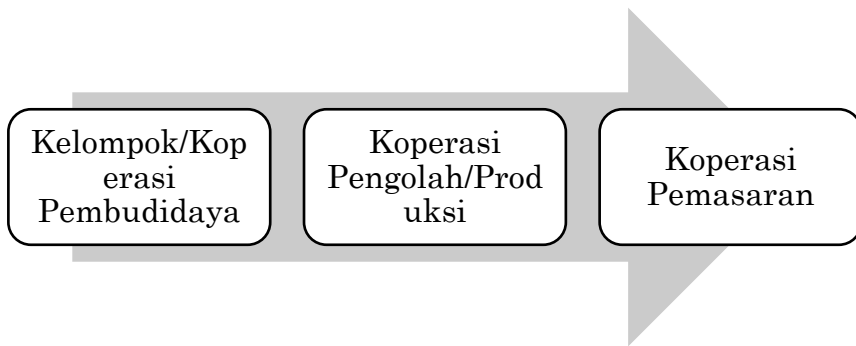
Koperasi Mina Agar Makmur adalah salah satu pemasok terbesar bahan baku rumput laut ke industri pengolahan rumput laut di wilayah Jawa Barat. Namun dalam operasionalnya Koperasi Mina Agar Makmur masih memiliki kendala terkait fluktuasi kuantitas dan kualitas produksi, sehingga perlu dilakukan perencanaan strategi sebagai upaya untuk melakukan perbaikan dan pengembangan pada kegiatan bisnisnya. Salah satu pendekatan dalam merumuskan strategi adalah dengan analisis Business Model Canvas (BMC) dengan (1) memetakan model bisnis koperasi pengolahan rumput laut, (2) menganalisis faktor lingkungan usaha koperasi pengolahan rumput laut, dan (3) merumuskan alternatif strategi dalam bentuk prototype model bisnis koperasi pengolahan rumput laut berdasarkan pendekatan BMC tersebut. Mahdi, Baga, dan Burhanuddin (2020) menghasilkan dua alternatif *prototype* BMC yang dapat menjadi rekomendasi bagi Koperasi Mina Agar Makmur dalam menjalankan aktivitas bisnisnya di masa yang akan datang. Pertama, fokus pada pengembangan unit bisnis yang sudah berjalan selama ini, perluasan segmen pelanggan baru, pemanfaatan peluang inovasi produk dan pemanfaatan teknologi dalam hubungan dengan konsumen. Kedua, fokus pada penguatan unit bisnis sekunder milik koperasi,

pengembangan dan peningkatan kompetensi anggota koperasi, serta pemanfaatan teknologi dalam keanggotaan koperasi.

Mempelajari koperasi dalam agribisnis yang sudah ada dan dengan mengikuti logika berpikir Teten Masduki, maka dapat digambarkan polanya sebagai berikut:

Gambar 16.4.1.

Alur Koperasi Agribisnis Rumput Laut



Sumber: diolah Penulis

16.5. Digitalisasi Agribisnis Rumput Laut

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) mendorong pengembangan inovasi sistem informasi berbasis *digital* guna menjamin konektivitas rantai sistem bisnis akuakultur. Sudah banyak *start up* yang melakukan berbagai inovasi digital di bidang akuakultur seperti disampaikan Direktur Jenderal Perikanan Budidaya, Slamet Soebjakto saat membuka sekaligus menjadi pembicara kunci dalam acara seminar DIGIFISH 2018 "Connecting Aquaculture Through Digital Innovation" di Menara Multimedia Telkom, Jakarta. Digitalisasi sistem informasi akuakultur memiliki arti penting dalam mendorong terjadinya transformasi sistem bisnis akuakultur yang lebih efisien. Ada empat faktor yang menjadi isu transformasi yaitu: (1) mendorong peningkatan efisiensi dan daya saing bisnis akuakultur dengan fokus pada pengembangan komoditas unggulan; (2) optimalisasi pemanfaatan potensi lahan budidaya

berbasis daya dukung lingkungan; (3) membangun rantai sistem produksi akuakultur dari hulu ke hilir secara menyeluruh; serta (4) integrasi kegiatan dan anggaran antara *stakeholder* terkait. Transformasi industrialisasi akuakultur yang modern harus mempertimbangkan beberapa hal yaitu (1) harus berorientasi pada pemanfaatan sumberdaya alam (SDA) secara efisien, penciptaan nilai tambah dan produktivitas secara optimum; (2) mendorong keterampilan tenaga kerja melalui peningkatan kapasitas sumberdaya manusia (SDM) terlatih; dan (3) pembukaan akses pasar yang luas (hiperkoneksi), daya saing tinggi, dan efisiensi manajemen. Digitalisasi ini akan menjadi jembatan modern bagi seluruh *stakeholder* budidaya. Dengan begitu akan terjamin konektivitas secara efisien diantara *stakeholders*. Dalam hal akses pasar, sistem ini akan mampu menjamin efisiensi rantai pasar, untuk kegiatan *on farm* akan lebih efisien waktu, tenaga dan proses (kkp.go.id).

Salah satu inovasi digital akuakultur yaitu Minapoli, berperan sebagai hub jaringan informasi dan bisnis perikanan. Menurut Rully Setya Purnama sebagai CEO dan penyelenggaraan *event* Digifish 2018 dengan tema *Connecting Aquaculture through Digital Innovation* untuk memperluas dan memperkuat jaringan perikanan agar tercipta sinergi lebih erat dan baik bagi perkembangan industri perikanan ke arah lebih positif. Berbagai inovasi digital yang mulai berkembang di bidang akuakultur diantaranya E-fishery, Iwa-Ke, fisHby, Jala, InFishta dan Growpal. E-fishery adalah teknologi pintar sebagai solusi pemberian pakan yang mudah dan efisien dengan mengintegrasikan pemberian pakan dengan metode *continuous feeding* untuk memenuhi pola makan udang. Iwa-Ke merupakan *start up* yang bergerak dalam bidang distribusi beragam ikan melalui sarana informasi digital untuk pemasaran antaranya Go-Jek, Iwa-Ke Depot serta memiliki mitra pembudidaya lebih dari 60 Ha dan jaringan pembudidaya di berbagai provinsi. FisHby merupakan *start up* digital akuakultur untuk menggalang dana

yang dibutuhkan pembudidaya kemudian menyalurkannya sesuai dengan perjanjian di awal. Jala merupakan solusi bertambak udang yang menawarkan sistem manajemen terkini berbasis data, untuk membantu petambak membuat keputusan manajemen yang tepat berdasarkan informasi aktual di tambak. InFishta membantu pencarian modal investasi perikanan yang dapat berdampak sosial sehingga membantu pembudidaya ikan mendapatkan sumber modal, sekaligus mendapatkan keuntungan. Growpal memberikan peluang untuk membuat perubahan secara sosial melalui penanaman investasi dengan keuntungan menjanjikan di sektor perikanan dan kelautan. Pemanfaatan teknologi informasi berbasis digital telah dilakukan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (DJPB) yaitu pertama, sistem perizinan *online* melalui aplikasi kegiatan usaha bisnis akuakultur (AKUBISA) yang meliputi izin pemasukan ikan hidup (SIAPIH), izin pengangkutan ikan hidup hasil budidaya (SIKPI), serta rekomendasi pembudidayaan ikan penanaman modal (RPIPM). Kedua, pemanfaatan teknologi informasi melalui inovasi teknologi untuk mendorong peningkatan produktivitas, efisiensi usaha perikanan budidaya dan peningkatan daya saing produksi melalui aplikasi pemanfaatan *autofeeder*, penerapan budidaya sistem bioflok, serta budidaya sistem keramba jaring apung (KJA) *offshore* yang berbasis pada teknologi digital (kcp.go.id).

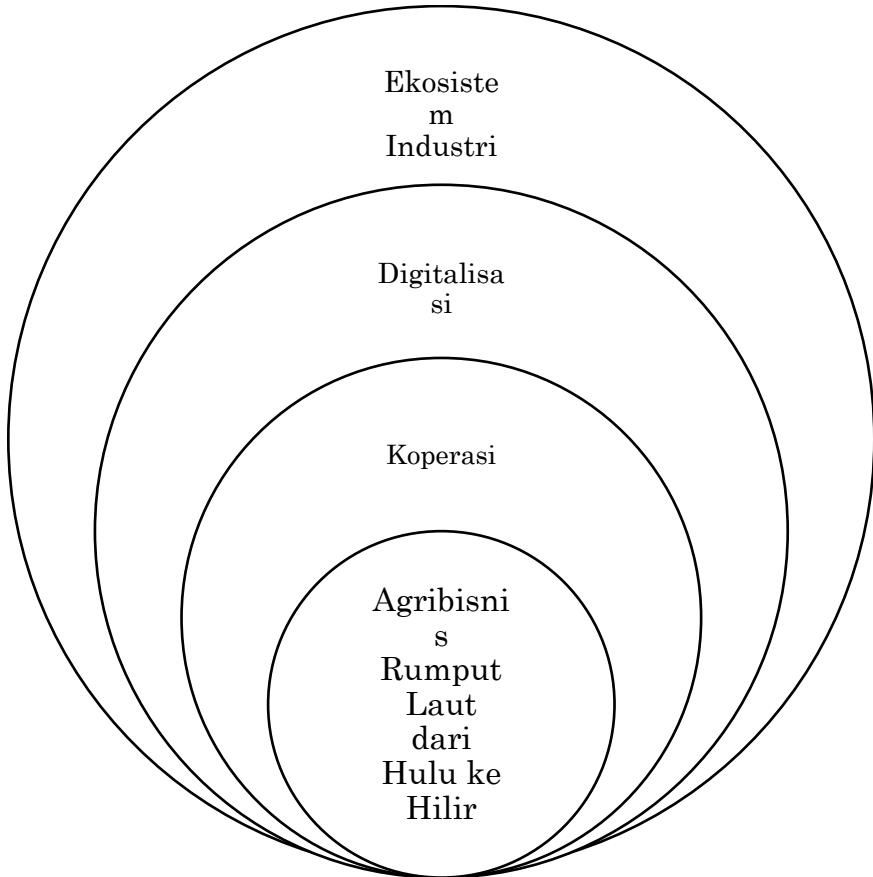
Berbagai peristiwa atau fenomena tentang kebijakan, kegiatan, dan karya cipta digital di atas memang masih berada di seputaran isu perikanan dengan komoditas utama ikan. Namun bukan tidak mungkin untuk penciptaan dan pemodifikasian untuk produk atau komoditas dalam budidaya rumput laut. Secara prinsip usaha dan aktivitas ekonomi secara umum, antara komoditas ikan, rumput laut, dan sebagainya sama saja. Kecuali mungkin pada beberapa hal tertentu yang membutuhkan penanganan yang berbeda secara spesifik. Digitalisasi sesungguhnya mengikuti keseluruhan rangkaian usaha atau

bisnis dari hulu sampai hilir seutuhnya, dari proses produksi sampai distribusi untuk dikonsumsi. Termasuk untuk memperkuat kelembagaan koperasi sebagai pengorganisasian agribisnis rumput laut oleh masyarakat.

16.6. Berkoperasi, Digitalisasi, dan Ekosistem Agribisnis Rumput Laut

Untuk *scaling up* atau meningkatkan skala usaha agribisnis rumput laut akhirnya mengerucut pada tiga hal yang mungkin sudah cukup lengkap yaitu koperasi, digital, dan ekosistem. Koperasi adalah sebuah pengorganisasian atau pelebagaan usaha yang mendasar bagi setiap dan semua pembudidaya rumput laut. Teknologi digital yang dalam konteks aktivitas ekonomi akan mempermudah setiap proses dan tahapan aktivitas tersebut, juga akan mempermudah untuk mengelola koperasi agribisnis rumput laut. Sedangkan ekosistem adalah sekumpulan pelaku ekonomi, baik dalam jaringan produksi dan distribusi, bahkan dalam konsumsi.

Untuk menggambarkan secara sederhana dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 15.1

Scaling Up Agribisnis Rumput Laut

Sumber: diolah Penulis

16.7. Penutup

Penulisan artikel dilakukan dengan studi literatur untuk mendapatkan informasi konsep dan mengumpulkan data yang dibutuhkan. Proses dalam pengumpulan informasi konseptual dan data dilakukan dengan penelusuran yang menggunakan

kata kunci yaitu: rumput laut, agribisnis, *scaling up*, koperasi, digitalisasi, dan ekosistem. Setelah itu dianalisis dengan cara menginterpretasikan informasi dan data, kemudian disusun menjadi artikel untuk lebih memudahkan dalam membaca dan memahaminya. Kesimpulan dari pembahasan dalam artikel ini seperti yang sudah dituliskan pada sub-bab 16.6.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Akmal. 2017. "RJOAS, 11(71), November 2017." Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences 11(November): 312–23.
- Abdullah, Akmal. 2017. "Inovasi, Orientasi Pasar, Kompetensi Dan Orientasi Kewirausahaan Pengaruhnya Terhadap Keunggulan Bersaing Dan Kinerja Pemasaran Pada UMKM Pengolahan Rumput Laut Di Sulawesi Selatan." Universitas Muslim Indonesia.
- Afrianto, E. and Liviawaty, E. (1993) Budidaya Rumput Laut dan Cara Pengolahannya. Jakarta: Bhratara Niaga Media.
- Agustang, Mulyani, S. and Indrawati, E. (2021) Budidaya Rumput Laut Potensi Perairan Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. Gowa - Sulawesi Selatan: Pusaka Almaida.
- Akbar, N. L. Watiniasih, dan A.P.W.K. Dewi. 2020. Efektifitas Metode Penanaman Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Dengan Sistem Kantong di Perairan Pantai Pandawa, Badung, Bali. Current Trends in Aquatic Science III (2): 108-115.
- Akmal., Syamsuddin, R., Dody, Dh., Trijuno., Tuwo, A., 2017. Morfologi, Kandungan Klorofil a, Pertumbuhan, Produksi, dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* yang Dibudidayakan pada Kedalaman Berbeda. Jurnal Rumput Laut Indonesia 2(2):39-50
- Akrim, D. 2006. Perkembangan industri rumput laut di Indonesia. Diseminasi Teknologi dan Temu Bisnis Rumput Laut. Badan Riset Kelautan dan Perikanan.
- Alimuddin. 2011. Pertumbuhan Dan Kandungan Karaginan Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii* Yang Dipelihara Dengan Berbagai Metode Budidaya Pada Ekosistem

Padang Lamun. Tesis. Program Studi Ilmu Perikanan Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.

Ambari M, 2019. Kenapa rumput laut Indonesia Kalah bersaing dengan Korea Selatan?. <https://www.mongabay.co.id/2019/03/11/kenapa-rumput-laut-indonesia-kalah-bersaing-dari-korea-selatan/> . diakses pada 21 November 2019.

André, R. et al. (2021) 'Brown algae potential as a functional food against hypercholesterolemia: Review', *Foods*, 10(2). doi: 10.3390/foods10020234.

Angga, B.A., Johari, M., Hariono, 2022. Strategi Pemasaran Produk Olahan Rumput Laut Dalam Mendukung Pariwisata Di Desa Kertasari Kabupaten Sumbawa Barat. *Jurnal Pariwisata Nusantara* 1, 56–63.

Anggadiredja et al, 2006. Rumput Laut. Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial Seri Agribisnis. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta.

Anggadiredja, J.T., Zalnika, A., Purwoto, H., dan Istini, S. 2006. Rumput Laut: Pembudidayaan, Pengolahan, dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial. Penebar Swadaya. Jakarta.

Anggadiredja, JT., Zalnika, A., Purwoto, H., Istini, S. 2011. Rumput Laut. Penebar Swadaya. Jakarta.

Antari, N.P.S.D., Watiniasih, N.L., Dewi, A.P.W.K., 2021. The grow of seaweeds (*Euचेuma cottonii*) in different initial weight at Pandawa Beach, Bali. *Jurnal Biologi Udayana* 25(2): 122-129

Arfah, H., Papalia, S., 2008. Laju Pertumbuhan *Euचेuma cottonii* (Rhodophyta) Pada Periode Penanaman Yang Berbeda di

Perairan Pulau Osi, Seram Bagian Barat. *Jurnal Torani*, 18 (3): 194- 203

Arisandi, A. et al. (2013) 'Dampak Infeksi Ice-ice dan Epifit terhadap Pertumbuhan *Eucheuma cottonii*', *Ilmu Kelautan*, 18(1), pp. 1–6.

Ariyati, R.W., Sya'rani, L., Endang, A., 2007. The Suitability Analysis of Karimunjawa and Kemujan Island Territory for Seaweed Culture Site Using Geographical Information System. *Jurnal Pasir Laut*, 3(1): 27-45

Arjun (2020) 'Identifikasi Hama Dan Penyakit Pada RUMPUT LAUT (*Kappaphycus alvarezii*) Yang Dibudidayakan Di Perairan Pantai Kasten Negeri Nusantara Kecamatan Banda Maluku', *GAGONA: Jurnal Program Studi Budidaya Perairan*, 1(1), pp. 11–16.

Arjun (2020) 'Identifikasi Hama Dan Penyakit Pada RUMPUT LAUT (*Kappaphycus alvarezii*) Yang Dibudidayakan Di Perairan Pantai Kasten Negeri Nusantara Kecamatan Banda Maluku', *GAGONA: Jurnal Program Studi Budidaya Perairan*, 1(1), pp. 11–16.

Arsenal, A. 2014. Epifit, Pemicu Penyakit Ice-Ice pada Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* (*Eucheuma cottonii*). *Lasunapa Sains*.

Arthur, G.D., Aremu, A.O., Moyo, M., Stirk, W.A., Van Staden, J., 2013. Growth promoting effects of a seaweed concentrate at various pH and water hardness conditions. *S Afr J Sci*. 109 (12):1-6

Aslan, L.M., 1998. *Rumput Laut*. Kanisius. Yogyakarta

Aslan, L.O.M., Supendy, R., Taridala, S.A.A., Hafid, H., Sifatu, W.O., Sailan, Z., Niampe, L. 2018. Income of Seaweed Farming Households: A Case Study From Lemo of Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental*

Science 175 (2018) 012221. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/175/1/012221>

Aslan, LM., 2003. *Budidaya Rumput Laut*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.

Asriadi, ian. 2016. *Strategi Pengembangan Obyek Wisata Air Terjun Bissapu Di Kabupaten Bantaeng*. Skripsi. Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Atmanisa, A, Mustarin A, Taufieq N.A. 2020. *Water Quality Analysis In The Eucheuma Cottoni Seaweed Cultivation Area In Jeneponto District*. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. Volume 6 Nomor 1 : 11 – 22

Balai Budidaya Laut Ambon. 2008. *Teknologi Budidaya Rumput Laut Eucheuma Cottonii*. Departemen Kelautan Dan Perikanan Direktorat Jendral Perikanan Budidaya Balai Budidaya Laut Ambon. Seri Budidaya Laut No: 3.

Basir, MA., Hardin, C.N. 2018. *Pemberdayaan Perempuan Pesisir Dalam Pengelolaan Ikan Asap di Kabupaten Buton Utara*. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Membangun Negeri*, 2(2), 94–102.

BAST, F., 2014. *An Illustrated Review on Cultivation and Life History of Agronomically Important Seaplants*. In *Seaweed: Mineral Composition, Nutritional and Antioxidant Benefits and Agricultural Uses*, Eds Vitor Hugo Pomin, 39-70. Nova Publishers, New York ISBN: 978-1-63117-571-8

Bold, H.C., Wynne, M.J., 1985. *Introduction to the Algae*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Bolton, J.J., Anderson, R.J. 1990. *Correlation between Intertidal Seaweed Community Composition and Sea Water*

- Temperature Patterns on a Geographical Scale. *Botanica Marina*. 33, 447-458.
- Boyd, C.E., McNevin, A.A., Clay, J., Johnson, H.M., 2005. Certification Issues for Some Common Aquaculture Species. *Reviews in Fisheries Science*. 13, 231-279.
- Brunner, L., Jacquemin, B., 2022. IMTA : Integrayted Multi-Trophic Aquaculture, A Sustainable solution for Seaweed Aquaculture. *Interraeg Atlantic Area*, pp. 1-20.
- Budiarta, Kustoro. 2009. *Pengantar Bisnis*. Mitra Media: Jakarta. Hal 153.
- Buschmann, A.H., Camus, C., Infante, J., Neori, A., Israel, Á., Hernández-González, M.C., Pereda, S.V., Gomez-Pinchetti, J.L., Golberg, A., Tadmor-Shalev, N., Critchley, A.T. 2017. Seaweed Production: Overview of the Global State of Exploitation, Farming and Emerging Research Activity. *European Journal of Phycology*. Vol. 52, No. 4, 391–406. <https://doi.org/10.1080/09670262.2017.1365175>
- Cai, J. et al. (2021) Seaweeds And Microalgae: An Overview For Unlocking Their Potential In Global Aquaculture Development, *FAO Fisheries and Aquaculture Circular*. Canada: FAO Fisheries and Aquaculture Circular.
- Chatzivasileiou, D., Dimitriou, P.D., Theodorou, J., Kalantzi, I., Magiopoulos, I., Papageorgiou, N., Pitta, P., Tsapakis, M., Karakassis, I., 2022. An IMTA in Greece: Co-Culture of Fish, Bivalves, and Holothurians. *Journal of Marine Science Engineering*. 10, 776.
- Chen, CY., Durbin, EG., 1994. Effects of pH on the growth and carbon uptake of marine phytoplankton. *Marine Ecology Progress Series* 109:83-94

- Dahuri, R., 2003. Keanekaragaman Hayati Laut : Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Damar, A., Wardiatno, Y., Yuli, N., Nyoman, M.N.N., Unggul, A., 1992. Studi Kemungkinan Budidaya Algae Laut *Gracilaria lichenoides* di Tambak di Perairan Pantai Selatan Kabupaten Pandeglang, Jawa Barat. Institusi Pertanian Bogor.
- David F.R. 2004. Strategic Management: Manajemen Strategi Konsep, Edisi Kesembilan, Penerbit Indeks. Jakarta.
- Davis, M.L., Cornwell, D.A., 1991. Introduction To Environmental Engineering. Second Edition. Mc-Graw-Hill, Inc. New York.
- Diatin, I., Effendi, I., Taufik, M.A., 2020. The production function and profitability analysis of *Gracilaria* sp. seaweed polyculture with milkfish (*Chanos chanos*) and black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 21.
- Dinda, HSA., Danakusumah, E., Rahmani, U. 2016. Analisis Usaha Budidaya Rumput Laut (*Eucaema cottonii*) di Pulau Pari, Kepulauan Seribu. *J. Mina Bahari*. 1, 22-31.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (Ditjenkanbud). 2018. Satu Data Kelautan dan Perikanan. Jakarta
- Ditjenkan Budidaya, 2004. Petunjuk Teknis Budidaya Laut: Rumput Laut
- Doumeizel, Vincent et al. 2020. "Seaweed Revolution: A Manifesto for a Sustainable Future." United Nations Global Compact: 1–16. <https://ungc-communications-assets.s3.amazonaws.com/docs/publications/The-Seaweed-Manifesto.pdf>.

- Effendi, H., 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengolahan Sumberdaya Hayati Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta
- Eggert, A. (2012). Seaweed Responses to Temperature. in: Wiencke, C., Bischof, K. (Eds.), Seaweed Biology: Novel Insights into Ecophysiology, Ecology and Utilization. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 47-66.
- Eklof, J.S., Maricela, T.C., Camilla, N. & Patrick, R. (2006). How do seaweed farms influence local fishery catches in a seagrass-dominated setting in Chwaka Bay, Zanzibar. Department of systems ecology stockholm University, Aquatic Living Resources Journal. 19 : 137 -147.
- Elisa Velinta Sari, 2015. Asosiasi Industri Rumput Laut Ketar-Ketir Hadapi MEA. <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20150504145905-92-51012/asosiasi-industri-rumput-laut-ketar-ketir-hadapi-mea>. Diakses pada tanggal 21 November 2019.
- Erbabley, N.Y.G., Kelabora, D.M., 2018. Identification Bacteria *Kappaphycus alvarezii* Based on Planting Season at South Eeast Mollucas. Jurnal Akuatika Indonesia Vol. 3 No. 1 : (19-25)
- Fadilah, S. Dan D.A. Pratiwi. 2016. Propagasi Bibit Rumput Laut *Gracilaria gigas* Pada Tahap Kultur Jaringan, Aklimatisasi dan Pembesaran. Media Kultur. 11(2):67-75.
- Fadli, F., Pambudy, R., & Harianto, H. 2018. Analisis Daya Saing Agribisnis Rumput Laut Di Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 5 (2). <https://doi.org/10.29244/jai.2017.5.2.89-102>.
- Faisal, L., Patadjai, R., Yusnaini, 2013. Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) dan Ikan Baronang (*Siganus guttatus*) yang Dibudidayakan Bersama di Keramba Tancap. Jurnal Mina Laut Indonesia. 1, 104-111.

- FAO.(2010). Cultured aquatic species information programme. *Eucheuma* spp.Cultured Aquatic Species Information Programme. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome. Updated 13 Januari 2005
- Farid, A., 2008. Studi Lingkungan Untuk Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Di Perairan Branta, Pamekasan, Madura. *Jurnal Penelitian Perikanan*. 11: 1- 6.
- Ferdouse, F., Holdt, S.L., Smith, R., Murua, P., Yang, Z., 2018. The global status of seaweed production, trade and utilization. Rome.
- Fitriani, T., 2015. Hama Penyakit (Ice-Ice) Pada Budidaya Rumput Laut Studi Kasus: Maluku Tenggara. *Oseana*, Volume XL, Nomor 4, Tahun 2015.
- Ganesan, M., Trivedi, N., Gupta, V., Madhav, S.V., Reddy, C.R., Levine, I.A. 2019. Seaweed resources in India – current status of diversity and cultivation: prospects and challenges. *Botanica Marina* 2019; 62(5): 463–482. <https://doi.org/10.1515/bot-2018-0056>
- Gultom, R.C., Dirgayusaa, I., Puspithaa, 2019. Perbandingan Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Dengan Menggunakan Sistem Budidaya Ko-kultur dan Monokultur di Perairan Pantai Geger, Nusa Dua, Bali. *Journal of Marine Research Technology*. 2, 8-16.
- Gundo, C., Somarmo., Arfiati., Harahap, N., Kaunang, T.D., 2011. Analisa Parameter Oseanografi di Lokasi Pengembangan *Eucheuma spinosum* Pulau Nain Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 16(4):193-198
- Hakim, M. M. and Patel, I. C. (2020) 'A review on phytoconstituents of Marine Brown Algae', *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 6(1). doi: 10.1186/s43094-020-00147-6.

- Han, T., Jiang, Z., Fang, J., Zhang, J., Mao, Y., Zou, J., Huang, Y., Wang, D., 2013. Carbon dioxide fixation by the seaweed *Gracilaria lemaneiformis* in integrated multi-trophic aquaculture with the scallop *Chlamys farreri* in Sanggou Bay, China. *Aquaculture International*. 21, 1035-1043.
- Handayani, T., 2017. Asesmen Rumput Laut Potensial Penghasil Fikokoloid Untuk Dikembangkan Sebagai Bahan Baku Industri. Jakarta.
- Hargrave, M.S., Ekelund, A., Nylund, G.M., Pavia, H., 2021. Filtration and fertilisation effects of the bivalves *Mytilus edulis* and *Magallana gigas* on the kelp *Saccharina latissima* in tank culture. *Journal of Applied Phycology*. 33, 3927-3938.
- Hasanudin. 2006. Dimensi Kekuatan Bersaing dan Kinerja Usaha Industri Mebel di Pasuruan Jatim, Tesis Program Pascasarjana Universitas Brawijaya Malang.
- Hasselström, L., Visch, W., Gröndahl, F., Nylund, G.M., Pavia, H., 2018. The impact of seaweed cultivation on ecosystem services - a case study from the west coast of Sweden. *Marine Pollution Bulletin*. 133, 53-64.
- Hendrawati, T.Y., 2016. Pengolahan Rumput Laut dan Kelayakan Industrinya, 1st ed. UMJ Press, Jakarta.
- Heranti, H. 2018. Perbanyak Kultur Jaringan Pada Perbanyak Bibit Rumput Laut. Makalah Akuakultur UGM. Yogyakarta.
- Herawati, H., 2018. Potensi Hidrokoloid Sebagai Bahan Tambahan Pada Produk Pangan Dan Nonpangan Bermutu. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 37, 17-25. <https://doi.org/10.21082/jp3.v37n1.2018.p17-25>
- Hikmah, Hikmah. 2015. "Strategi Pengembangan Industri Pengolahan Komoditas Rumput Laut *E. Cotonii* Untuk

- Peningkatan Nilai Tambah Di Sentra Kawasan Industrialisasi.” *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan* 5(1): 27.
- Hikmayani, Y., Aprilliani, T., Zamroni, A., 2007. Analisis Pemasaran Rumput Laut Di Wilayah Potensial Di Indonesia. *Jurnal Bijak dan Riset Sosek KP* 2, 159–175.
- Holdt, S.L., Edwards, M.D., 2014. Cost-effective IMTA: a comparison of the production efficiencies of mussels and seaweed. *Journal of Applied Phycology*. 26, 933-945.
- Hosnan, M. H., Arisandi, A. and Hafiludin (2016) ‘Identifikasi SPESIES ALGA KOMPETITOR *Eucheuma cottonii* Pada Lokasi Yang Berbeda Di Kabupaten Sumenep’, *Prosiding Seminar Nasional Kelautan Universitas Trunojoyo Madura*, pp. 334–338.
- Ichsan Nur, A., Syam, H., Patang., 2016. Pengaruh kualitas air terhadap produksi rumput laut. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, Vol. 2: 27-40 27
- Imam. 2016. Studi Tentang Pemberdayaan Masyarakat Petani Rumput Laut di Kelurahan Pantai Amal Kecamatan tarakan Timur Kota Tarakan. *E-Journal Ilmu Pemerintahan*, 4(1) 64-77 ISSN-2458.
- Indonesia Baik.id. 2022. “Rumput Laut Indonesia Merajai Pasar Internasional – Indonesia Baik.” <https://indonesiabaik.id/infografis/rumput-laut-indonesia-2>.
- Ir. Bambang Priono, Su. 2016. 4 Rumput Laut Mampukah Menuju Industri Perikanan Di Indonesia.
- Ismail, A., Tuiyo, R., Mulis., 2015. Pengaruh Berat Bibit Awal Berbeda terhadap Pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* di Perairan Teluk Tomini. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Volume 3 (4).

- Istroni, W., Bahri, A.S., Amin, A.A., 2020. Effect of dense stocking of *Gracilaria* sp on growth and survival of milkfish (*Chanos chanos forskal*) on polyculture culture systems. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 441, 012025.
- Istiqomawati dan Kusdarwati R .2010. Teknik Budidaya Rumput Laut (*Gracilaria verrucosa*) Dengan Metode Rawai di Balai Budidaya Air Payau Situbondo Jawa Timur. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 2(1)
- Ito, K. and Hori, K. (1989) 'Seaweed: Chemical composmon and potential food uses', *Food Reviews International*, 5(1), pp. 101–144. doi: 10.1080/87559128909540845.
- Jeniarti, M., Perwira, IY., Negara, I.K.W., 2021. Kandungan Nitrat, Fosfat, dan Silikat di Perairan Pantai Pandawa, Bali. *Current Trends in Aquatic Science IV*(2), 193-198
- Jiksing, C. et al. (2022) 'Recent advances in seaweed seedling production: a review of eucheumatoids and other valuable seaweeds', *Algae*, 37(2), pp. 105–121. doi: 10.4490/algae.2022.37.5.11.
- Jogiyanto. 2005. *Sistim Informasi Strategik Untuk Keunggulan Kompetitif*, Penerbit Andi Jogyakarta.
- Kadi, A., Atmadja, W. S., 1998. Rumput Laut Jenis Algae. Reproduksi, Produksi, Budidaya dan Pasca Panen. Proyek Studi Potensi Sumberdaya Alam Indonesia. Jakarta: Pusat penelitian dan Pengembangan Oseanologi.Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
- Kang, Y.H., Park, S.R., Chung, I.K. 2011. Biofiltration efficiency and biochemical composition of three seaweed species cultivated in a fish-seaweed integrated culture. *Algae*. 26, 97-108.

- Kartawijaya, Y., 2013. Pertumbuhan Rumput Laut (*Kappaphycus alvarezii*) dan Ikan Baronang (*Siganus guttatus*) yang Dibudidayakan Bersama di Keramba Tancap. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. 1, 309-315.
- Kasim, M. & Asnani (2012). Penentuan musim reproduksi generative dan preferensi perekatan spora rumput laut *Eucheuma cottoni*. *Ilmu Kelautan*, 17(4): 209-216.
- Kasim, M.r., Balubi, A.M., Mustafa, A., Nurdin, R., Patadjai, R.S., Jalil, W., 2020. Floating cage: a new innovation of seaweed culture. in: Lu, Q., Serajuddin, M. (Eds.), *Emerging Technologies, Environment Research for Sustainable Aquaculture*. Intech Open, London, United Kingdom, pp. 103.
- Kawai, H. and Henry, E. C. (2017) *Handbook of the Protists, Handbook of the Protists: Second Edition*. Japan: Springer International Publishing AG 2017. doi: 10.1007/978-3-319-28149-0.
- Kemenperin. 2021. "Kemenperin_ Berorientasi Ekspor, Industri Olahan Rumput Laut Sumbang Devisa USD96 Juta."
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. *Pengolahan Hasil Samping Produk Perikanan dan Rumput Laut*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Republik Indonesia.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan., 2016. *Rumput Laut dan Pemanfaatannya*. Jakarta
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). (2014a). *Profile of Business and Investment Opportunities on Seaweed in Indonesia 4th Edition*. Direktorat Bisnis dan Investasi, Direktorat Jenderal Pemasaran dan Pengolahan Produk Perikanan, KKP.

- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). (2014b). Komoditas Rumput Laut Kian Strategis. Pusat Data Statistik dan Informasi. KKP.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2019. Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 1/KEPMEN-KP/2019 Tentang Pedoman Umum Pembudidayaan Rumput Laut. Jakarta
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2022. "Kementerian Kelautan Dan Perikanan." <https://kkp.go.id/djpdspkp/page/2202-realisasi-investasi-sektor-kelautan-dan-perikanan>.
- Khasanah, U., Samawi, S.M., Amri, K., 2016. Analisis Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut *Eucheuma cottonii* di Perairan Kecamatan Sajoanging Kabupaten Wajo. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*, 1(2): 123-131.
- Khudin, M., Gunawan W.S., Ita, R., 2019. Ekologi Rumput Laut di Perairan Tanjung Pudak Kepulauan Karimunjawa, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research* Vol.8, No.3. pp. 291-298
- KKP RI. 2022. "KKP _ Kementerian Kelautan Dan Perikanan."
- Kordi, K. (2011). *Kiat Sukses Budidaya Rumput Laut Di Laut Dan Tambak*. Yogyakarta : Andi. Primarck, B, R., Indrawan, M., & Supriatna, J. (2012). *Biologi Konsevasi Edisi Revisi*. Jakarta : Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Kordi, K.M.G.H. 2012. *Jurus Jitu Pengelolaan Tambak Budidaya Perikanan Ekonomis*. Lily Publisher. Yogyakarta.
- Krismaningrum E. 2007. Pengaruh Perbedaan Pola Tanam Terhadap Pertumbuhan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* di Pantai Geger Nusa Dua, Provinsi Bali [skripsi]. Bali : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana. 1-36 hal.

- Kune, S., 2007. Pertumbuhan Rumput Laut yang Dibudidaya Bersama Ikan Baronang. *Jurnal Agrisistem*. 3:(1)
- Kushartono, E.W., Suryono., Setiyaningrum, M.R., 2009. Aplikasi Perbedaan Komposisi N.P dan K pada Budidaya *Kappaphycus alvarezii* di Perairan Teluk Awur Jepara. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 14 (3):164-169.
- Kusriani, Supriatna, & Widjanarko, P. (2018). Budidaya Rumput Laut (*Gracillaria Wringin Anom*). *Jurnal Akses Pengabdian Indonesia*, 3(1), 35-41.
- Laapo, Alimudin, Asriani Hasanuddin, and Andi Darmawati Tombolotutu. 2022. "Leverage Factors Affecting the Sustainability of Seaweed Agro-Industry Development in Central Sulawesi, Indonesia." *Agrisaris* 8(1): 58–72.
- Lakshmi, D. S. et al. (2020) 'A short review on the valorization of green seaweeds and ulvan: Feedstock for chemicals and biomaterials', *Biomolecules*, 10(7), pp. 1–20. doi: 10.3390/biom10070991.
- Largo, D.B., Fukami, K., Nishijima, T., 1995. Occasional pathogenic bacteria promoting ice-ice disease in the carrageenan-producing red algae *Kappaphycus alvarezii* and *Euclima denticulatum* (Solieriaceae, Gigartinales, Rhodophyta). *Journal of applied phycology* 7: 545 - 554.
- Largo, DB., K. Fukami & T. Nishijima. 1998. Immunofluorescent Detection of *Ice-Ice* Disease Promoting Bacterial Strain *Vibrio* sp. P11 of The Farmed Macroalga, *Kappaphycus alvarezii* (Gigartinales, Rhodophyta). *J. Mar. Biotechnol.* 6:178-182.
- Lechat, A. B., Runtuboy, N., Maro, H. J., Bessie, D. M., Subair, Sabu, E. S., . . . L., S. Y. (2014). Better Manajemenr Practice Seri Panduan Perikanan Skala Kecil Budidaya Rumput Laut Kotoni (*Kappaphycus alvarezii*), Sacol

(*Kappaphycus striatum*) dan *Spinosum* (*Eucheuma denticulatum*). Jakarta Selatan: WWF-Indonesia.

Liputan6, 2013. Rumput Laut Indonesia kalah jauh dari Filipina. <https://www.liputan6.com/bisnis/read/503570/rumput-laut-ri-kalah-jauh-dari-filipina>. diakses pada tanggal 21 November 2019.

Lomartire, S. and Goncalves, A. M. M. (2022) An Overview of Potential Seaweed-Derived Bioactive Compounds for Pharmaceutical Applications, *Marine Drugs*. doi: 10.3390/md20020141.

Luning., 1990. *Seaweeds, Their Environment, Biogeography And Ecophysiology*. John Wiley and Sons. New York

Maehre, H. K. et al. (2014) 'Characterization of protein, lipid and mineral contents in common Norwegian seaweeds and evaluation of their potential as food and feed', *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(15), pp. 3281–3290. doi: 10.1002/jsfa.6681.

Mahdi, A.F., Baga, L. M., Burhanuddin, 2020, *Strategi Pengembangan Koperasi Pengolahan Rumput Laut dengan Pendekatan Business Model Canvas*, Tesis, IPB University, <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/105887>.

Mashoreng, S., Nafie, Y., Isyrini, R., 2019. Cultivated Seaweed Carbon Sequestration Capacity. *IOP conference Series : Earth and Environmental Science*. 370, 1-9.

Michael, Y., Roleda., Catriona L.H., 2019. Seaweed nutrient physiology: application of concepts to aquaculture and bioremediation, *Phycologia*, 58 (5) : 552-562

Midlen, A., Redding, T.A., 1998. *Environmental management for aquaculture*. Springer Dordrecht, Colchester, United Kingdom.

- Ministry of Natural resources and Tourism. 2005. Seaweed Development Strategi Plan, ISBN n0. 9987-680-09-7. Republic of Tanzania.
- Mondoringin, L., Tiwa, R.B., Salindeho, I., 2013. Pertumbuhan Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* pada Perbedaan Kedalaman dan Berat Awal di Perairan Talengen Kabupaten Kepulauan Sangihe. Laporan Penelitian. Sulawesi Utara.
- Mubarak, M. F., 2007, Analisis Agribisnis Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) di Desa Tanjung Kecamatan Saronggi Kabupaten Sumenep, http://eprints.umm.ac.id/10931/1/ANALISIS_AGRIBISNIS_RUMPUT_LAU1.pdf.
- Mudeng, J. D. dan E. L. A. Ngangi. 2014. Pola Tanam Rumput Laut *K. alvarezii* di Pulau Nain Kabupaten Minahasa Utara. [Jurnal]. Universitas Sam Ratulangi.
- Mujio et al. (2016a) 'Analisis Potensi Konflik Pemanfaatan Ruang Kawasan Pesisir : Integrasi Rencana Tata Ruang Darat dan Perairan Pesisir', *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 4(2). doi: <https://doi.org/10.22500/sodality.v4i2>.
- Mujio et al. (2016b) 'Analysis of Spatial Conflicts : A Model of Coastal Spatial Planning with a Spatial Connectivity Approach', *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 27(2), pp. 84–97.
- Musa, N. & L.S. Wei. 2008. Bacteria Attached on Cultured Seaweed *Gracilaria changii* at Mangabang Telipot, Terengganu. *Acad. J. Plant Sci.* 1(1):01-04.
- Naiu, A. S., Koniyo, Y., Nursinar, S., & Kasim, F. (2018). Penanganan dan Pengolahan Hasil Perikanan. Gorontalo: CV. Athra Samudra.

- Najamuddin, Hajar, M.A.I., Rustam, Palo, M., Asni, A., 2020. Development of integrated seaweed culture and capture fisheries in Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 564, 012027.
- Nardelli, A.E., Chiozzini, V.G., Braga, E.S., Chow, F., 2019. Integrated multi-trophic farming system between the green seaweed *Ulva lactuca*, mussel, and fish: a production and bioremediation solution. *Journal of Applied Phycology*. 31, 847-856.
- Neish, I.C., Sepulveda, M., Hurtado, A.Q., Critchley, A.T. 2017. Reflections on the Commercial Development of Eucheumatoid Seaweed Farming. *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities. Developments in Applied Phycology 9*. Springer International Publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_1
- Neori, A., 2008. Essential role of seaweed cultivation in integrated multi-trophic aquaculture farms for global expansion of mariculture: an analysis. *Journal of Applied Phycology*. 20, 567-570.
- Ngamel, A.K., 2012. Analisis Finansial Usaha Budidaya Rumput Laut dan Nilai Tambah Tepung Karaginan di Kecamatan Kei Kecil, Kabupaten Maluku Tenggara. *Jurnal Sains Terapan 2*, 39-47.
- Nugroho, E., Kusnendar, E. 2015. *Agribisnis Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nurafiah. (2015). *Partisipasi Petani dalam Penanganan Pascapanen Rumput Laut di Desa Kalumpang Kecamatan Tamalatea Kabupaten Jeneponto*. Makassar: Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Nurcomariah, Hubeis, M. Trilaksani, W. 2020. Strategi Pengembangan Agribisnis Rumput Laut *Gracillaria* di

- Karangantu Serang Banten. *Manajemen IKM: Jurnal Manajemen Pengembangan Industri Kecil Menengah*, 15 (1).
- Nurdiana, Kasim M, Yusuf S. 2016. Studi tentang Komposisi Jenis dan Keanekaragaman Makroepifit pada Budidaya Rumput Laut di Perairan Darawa Kecamatan Kaledupa Selatan Kabupaten Wakatobi. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan* Vol 1(2) : 195-200.
- Nurwidodo et al. (2018) 'Pendampingan Masyarakat dalam Budidaya Rumput Laut di Kepulauan Sapeken Kabupaten Sumenep Jawa Timur', *International Journal of Community Service Learning*, 2(3), pp. 157–166.
- Nuryadi, A. M., Hartati, and La Ode Ali Musa. 2019. "Potensi Pengembangan Agroindustri Rumput Laut Di Provinsi Sulawesi Tenggara, Indonesia." *Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM (2017)*: 812–16.
- Nybakken, J., 1998. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia. Jakarta. Penterjemah Eidman, Koesoebiono, D.G Bangen, M.Hutomo dan S. Sukardjo. 459 hal
- Ode, I. and Wasahua, J. (2014) 'Desa Hutumuri Pulau Ambon', *Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*, 7(2), pp. 39–45.
- Orilda, R., Ibrahim, B., Uju, 2021. Pengeringan Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Menggunakan Oven dengan Suhu yang Berbeda. *Jurnal Perikanan Terpadu* 2, 11–23.
- Parengrengi, A., Sulaeman, E. Suryati dan A. Tenriulo. 2006. Karakterisasi genetika rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang dibudidayakan di Sulawesi Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur*, Vol I(1):01-11.
- Pong-Masak, P.R. dan N.H. Sarira. 2018. Seleksi Rumput Laut *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyceae) dalam Upaya Penyediaan Bibit Unggul Untuk Budidaya. *20 (2)*: 79-85.

- Pongmasak, R.P., Assad, I., Hasnawi., Pirzan., Makmur., Lanuru., 2010. Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut di Gusung Batua Pulau Badi Kabupaten Pangkep. *JurnalRis.Aquakultur*, 5 (2) : 299-316
- Prihastuti, D., Abdassah, M., 2019. Karagenan dan Aplikasinya di Bidang Farmasetika. *Majalah Farmasetika* 4, 146–154. <https://doi.org/10.24198/farmasetika.v4i5.23066>
- Priono, B. (2013). Budidaya Rumput Laut dalam Upaya Peningkatan Industrialisasi Perikanan. *Media Akuakultur*, 8(1), 1-8.
- PT Jaringan Sumber Daya (Jasuda), 2007. Perdagangan rumput laut di dunia. <http://www.jasuda.net/beritadtl.php?judul=Perdagangan%20Rumput%20Laut%20di%20Dunia&hlm=161> diakses pada tanggal 21 November 2019.
- Puslitbangkan,. 1991. Budidaya Rumput Laut (*Euclima* sp) Dengan Rakit dan Lepas Dasar. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan.
- Puspita, M. (2017) 'Kearifan Lokal Dalam Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut : Hukum Adat Laot dan Lembaga Panglima Laot di Nanggroe Aceh Darussalam', *Sabda: Jurnal Kajian Kebudayaan*, 3(2).
- Puspita, M. (2017) 'Kearifan Lokal Dalam Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Laut : Hukum Adat Laot dan Lembaga Panglima Laot di Nanggroe Aceh Darussalam', *Sabda: Jurnal Kajian Kebudayaan*, 3(2).
- Radiarta, I. N., Erlania and Haryadi, J. (2018) 'Analisis Kesesuaian dan Daya Dukung Perairan untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut Di Kabupaten Simeulue, Aceh', *Jurnal Segara*, 14(1), pp. 11–22.

- Radulovich, R., Neori, A., Valderrama, D., Reddy, C.R.K., Cronin, H., Forster, J. 2015. Book: Seaweed Sustainability. Chapter 3: Farming of Seaweeds. Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-418697-2.00003-9>
- Ramasari, E.L., Ma'ruf, W.F., Riyadi, P.H., 2012. Aplikasi Karagenan Sebagai Emulsifier Di Dalam Pembuatan Sosis Ikan Tenggiri (*Scomberomorus Guttatus*) Pada Penyimpanan Suhu Ruang. Jurnal Perikanan 1, 1–8.
- Ratna E, Afifah R, Irminda KM, Endang PS. 2019. Diversifikasi Produk Olahan Berbahan Baku Rumput Laut di Eks-lokalisasi Dolly. IPTEK Journal of Proceedings Series.
- Rawiwan, P. et al. (2022) 'Red seaweed: A promising alternative protein source for global food sustainability', Trends in Food Science and Technology, 123(March), pp. 37–56. doi: 10.1016/j.tifs.2022.03.003.
- Rebours, C., E.M. Soriano, J.A.Z. González, L. Hayashi, J.A. Vásquez, P. Kradolfer, G. Soriano, R. Ugarte, M.H. Abreu, I.B. Larsen, G. Hovelsrud, R. Rødven, and D. Robledo. (2014). Seaweeds: an Opportunity for Wealth and Sustainable Livelihood for Coastal Communities. Springerlink.
- Rimmer, Michael A et al. 2021. "Seaweed Aquaculture in Indonesia Contributes to Social and Economic Aspects of Livelihoods and Community Wellbeing." : 1–22.
- Risambessy, A., Sormin, RBD., Ferdinandus, SJ., 2016. Strategi Kemitraan dalam Meningkatkan Daya Saing Usaha Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut di Wilayah Kota Ambon dan Kabupaten Maluku Tenggara Barat. Universitas Pattimura Ambon.
- Robertson-Andersson, D., 2006. Biological and economical feasibility studies of using seaweeds *Ulva lactuca* (Chlorophyta) in recirculation systems in abalone farming,

Botany Department. University of Cape Town, Cape Town, pp. 364.

- Romimohtarto, K., Juwana, S., 2001. *Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Penerbit Djambatan. Jakarta
- Rosyidah, A., Ediati, R., Muwarni, IK. 2021. Diversifikasi Produk Olahan Rumput Laut serta Kemasannya di Kawasan Dolly dan Jarak Kota Surabaya. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Sahat, H.J., 2013. *Rumput Laut Indonesia*. Directorate General of National Export Development, Jakarta.
- Saimima, A., Basir, A.P., 2020. Penerapan Sistem Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) untuk Peningkatan Performa Komoditas Budidaya Laut dan Kualitas Lingkungan Perairan di Kepulauan Banda Naira, Maluku. *MUNGGAI: Jurnal Ilmu Perikanan dan Masyarakat Pesisir*. 6, 19-28.
- Sasikumar, G., Viji, C., 2015. Integrated Multi-Trophic Aquaculture Systems (IMTA), Winter School on Technological Advances in Mariculture for Production Enhancement and Sustainability.
- Serdiati, N., Widiastuti, I.M., 2010. Pertumbuhan dan Produksi Rumput Laut *Eucheuma cottonii* pada Kedalaman Penanaman Yang Berbeda. *Media Litbang Sulteng*. III (1): 21 – 26.
- Setiyorini, Eviet Sri, Bambang Pramudya Noorachmat, and Muhammad Syamsun. 2018. "Strategi Pemasaran Produk Olahan Hasil Perikanan Pada UMKM Cindy Group." *Manajemen IKM: Jurnal Manajemen Pengembangan Industri Kecil Menengah* 13(1): 19.

- Shpigel, M., 2012. Mariculture Systems, Integrated Land-Based. in: Meyers, R.A. (Ed.), Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Springer New York, New York, NY, pp. 6309-6318.
- Silooy, M., 2017. Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Kemiskinan Absolut Masyarakat Pesisir (Nelayan) Di Desa Seilale Kecamatan Nusaniwe. Cita Ekonomika Jurnal Ekonomi 11, 79–84.
- Sitorus, H. 2017. Budidaya dan Pengolahan Rumput Laut. Universitas HKBP Nommensen Medan.
- SNI (Standart Nasional Indonesia), 2010. Produksi rumput laut kotoni (*Eucheuma cottinii*) – bagian 2: Metode long line. Badan standarisasi nasional. SNI : 7579.2.2010.
- Soejarwo, P.A., Yusuf, R., 2018. Saluran Pemasaran Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Di Sumba Timur, Nusa Tenggara Timur. Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan 4, 45–51.
- Soetjipto, W., Adriansyah, R., A'yun, R. A., Setiadi, T., Susanto, H., Solah, A., . . . Kurnia, I. (2019). Peluang Usaha dan Investasi Rumput Laut. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Standar Nasional Indonesia 2011. Produksi Rumput Laut Kotoni (*Eucheuma cottoni*) Bagian 1: Metode Lepas Dasar. SNI 7673.1:2011. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 2013. Bibit Rumput Laut *Gracilaria* (*Gracilaria verrucosa*) di Tambak. SNI. 7902:2013. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia]. 2011. Bibit Rumput Laut Kotoni (*Eucheuma cottoni*). SNI 7672:2011. Badan Standardisasi Nasional.

- Sudradjat, A. 2015. *Budidaya 26 Komoditas Laut Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Sugiyanto, Izzati, M., & Prihastanti, E. (2013). Manajemen Budidaya dan Pengolahan Pasca Panen *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfus. Study Kasus: Tambak Desa Mororejo, Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Kendal. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 21(2), 42-50.
- Sujana, W., Al-Zarliani, W., Hastuti. 2020. Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Pesisir Melalui Pengolahan Rumput Laut. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. Vol. 4., No. 1.
- Sulaeman, S. 2016. Pengembangan Agribisnis Komoditi Rumput Laut Melalui Model Klaster Bisnis. *Infokop Nomor 28 Tahun XXII*.
- Sulistyaningsih, S., & Suryaningsih, Y. 2021. Pengembangan Rumput Laut Berbasis Kultur Jaringan di Besuki. *CERMIN: Jurnal Penelitian*, 5 (1). https://doi.org/10.36841/cermin_unars.v5i1.965.
- Suparmi, & Sahri, A. (2009). Mengenal Potensi Rumput Laut: Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut dari Aspek Industri dan Kesehatan. *Jurnal Sultan Agung*, 44(118), 95-116.
- Suriani. Sutinah, M. Andi, AA. 2019. Factors influencing the production of *euchema cottonii* seaweed processing industry in South Sulawesi. Series: Earth and Environmental Science 343. IOP Publishing.
- Suryawati, SH. Mei, DE. 2017. Strategi Pengembangan Usaha Budidaya Rumput Laut Di Kabupaten Buton Selatan. *Jurnal Sosek Kelautan Perikanan*. Balai Vol 12, No 1.

- Susanto, A.B., 2005. Metode Lepas Dasar dengan Model Cidaun pada Budidaya *Eucaema spinosum* (Linnaeus) Agardh. Ilmu Kelautan Vol 10(3):158-164.
- Susilowati, T., Hutabarat, J., Anggoro, S., Zainuri, M., 2014. The improvement of the survival, growth and production of vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and seaweed (*Gracilaria verucosa*) based on polyculture cultivation. International Journal of Marine Aquatic Resource Conservation Co-existence. 1, 6-11.
- Sutika, N., 1989. Ilmu Air. Universitas Padjadjaran. Bandung
- Sutinah, M. Yunus. Tamamma. Sri, S. Firman , 2012. Analisis Potensi Pengembangan Usaha Pengolahan Rumput Laut Skala Rumah Tangga Di Kabupaten Bantaeng. Jurnal Torani. Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan. Universitas Hasanuddin.
- Sutinah, Riniwati, H., Sahidu, A.M., Suryani, 2020. Strategy for the development of seaweed industry in Indonesia. Systematic Reviews in Pharmacy 11, 44–50. <https://doi.org/10.5530/srp.2020.2.08>
- Syafril, M. 2011. Aspek Finansial dan Pemasaran Usaha Budidaya Rumput Laut. Jurnal Ilmu Perikanan Tropis. 20 (1): 86-95.
- Syafruddin (2008). Zona potensial penangkapan ikan baronang lingkis (*Siganus canaliculatus*) berdasarkan parameter oseanografi di Perairan Tanakeke Kabupaten Takalar. Torani. 18(4): 325-335
- Syamsuddin, Rajuddin. 2018. Rumput Laut Kumpulan Hasil Penelitian. Pijar press. Makassar.
- Tahang, Hamzah. 2019. "Development Strategy and Increased Production of Seaweed in Takalar District Development Strategy and Increased Production of Seaweed in Takalar District."

- Tambaru, R., Samawi, F., 1996. Beberapa Parameter Kimia Fisika Air di Muara Sungai Tallo Kota Makassar. TORANI Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Thirumaran, G., Anantharaman, P., 2009. Daily Growth Rate of Field Farming Seaweed *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P. Silva in Vellar Estuary. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 1(3):144-153. Annama-iai University.
- Tonk, L., Jansen, H., 2019. Co-cultivation of the seaweed *Ulva* sp. and *Mytilus edulis*. *Wageningen Marine Research*, pp. 34.
- Tran, N., Cao, Q., Shikuku, K.M., Phan, T., Banks, L., 2020. Profitability and perceived resilience benefits of integrated shrimp-tilapia-seaweed aquaculture in North Central Coast, Vietnam. *Marine Policy*. 120, 104153.
- Tuda, A. O., Stevens, T. F. and Rodwell, L. D. (2014) 'Resolving Coastal Conflicts Using Marine Spatial Planning', *Journal of Environmental Management*, 133(December), pp. 59–68. doi: 10.1016/j.jenvman.2013.10.029.
- Tullberg, R.M., Nguyen, H.P., Wang, C.M. 2022. Review of the Status and Developments in Seaweed Farming Infrastructure. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10, 1447. <https://doi.org/10.3390/jmse10101447>
- Vairappan, C.S. 2006. Seasonal Occurrences of Epiphytic Algae on The Commercially Cultivated Red Alga *Kappaphycus alvarezii* (Solieriaceae, Gigartinales, Rhodophyta). *J. Appl. Phycol.* 18:611-617.
- Vairappan, C.S., S.P. Anangdan, K.T. Tan & S. Matsunaga. 2010. Role of Secondary Metabolites as Defense Chemicals Against *Ice-ice* Disease in Biofouler at Carrageeno-phyte Farms. *J. Appl. Phycol.* 22: 305-311.
- Valderama, D. 2012. Social an Economic Dimensions of Seaweed Farming, IIFET, Tanzania Proceedings.

- Valderrama D, J. Cai, N. Hishamunda, and N. Ridler. 2013. Social and economic dimensions of carrageenan seaweed farming. Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 580. FAO. Rome.
- Valderrama, D., J. Cai, Hishamunda, N. Ridler, C. Neish, A.Q. Hurtado, F.E. Msuya, M. Krishnan, R. Narayanakumar, M. Kronen, D. Robledo, E. Gasca-Leyva and J. Fraga. (2015). *Aquaculture Economics & Management*, 19 :251–277.
- Wabang, I.L., Plaimo, P.E., Hendrizal, A., Alelang, I.F., Peny, T.L.L., 2022. Mapping Study on Market Potential and Market Chain for Seaweed in Alor Regency, East Nusa Tenggara Province, in: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Institute of Physics. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1038/1/012014>
- Wahyu, Yamin, M., Kiptiah, M., Nugroho, H.P., 2016. Kajian Tentang Pendidikan Masyarakat Pesisir Di Kabupaten Tanah Laut, in: Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah. pp. 800–805.
- Wahyudin, Y. (2013). Nilai Sosial Ekonomi Rumput Laut: Studi Kasus Kecamatan Tanimbar Selatan dan Selaru, Kabupaten Maluku Tenggara Barat, Provinsi Maluku. *Majalah Ilmiah Globe* Vol. 15 (1), pp. 77-85.s
- Wardhana, W.A. 2010. Dampak Pemanasan Global. Penerbit Andi. Yogyakarta. 190 hal.
- Wibowo, L. dan Fitriyani, E., 2012. Pengolahan Rumput Laut (*Euचेuma Cottoni*) Menjadi Serbuk Minuman Instan. *Politeknik Negeri Pontianak*. Vol. 8, No. 2, Hal. 101-109.
- Widyastuti, E., 2013. Analisa Budidaya Rumput Laut Dalam Peningkatan Pendapatan Keluarga Di Desa Lobuk Kecamatan Bluto. *Jurnal Performane Bisnis & Akuntansi* 3, 1–11.

- Wiratmaja, I. G., Kusuma, I.G.B.W.K., Winata, I.N.S., 2011. Pembuatan Etanol Generasi Kedua Dengan Memanfaatkan Limbah Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Sebagai Bahan Baku. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram Vol. 5 No.1 :(75-84).
- Zemke-White, W. L. and Ohno, M. (1999) 'World seaweed utilisation: An end-of-century summary', Journal of Applied Phycology, 11(4), pp. 369–376. doi: 10.1023/A:1008197610793.
- Ziezarian, 2011. Negara penghasil rumput laut terbesar di dunia. <http://ziezarian.blogspot.com/2011/07/negara-penghasil-rumput-laut-terbesar.html#> . diakses pada tanggal 23 November 2019

BIOGRAFI



Darmawati, S.Si, M.Si dilahirkan di Tolitoli pada 25 Februari 1994. Darmawati menyelesaikan pendidikan Sarjana Kimia di Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin pada Januari 2017 dan pendidikan Magister Ilmu Kimia di Fakultas MIPA Universitas Indonesia tahun 2019. Fokus utamanya adalah bidang biokimia, khususnya bidang pangan dan biosensor berbasis DNA. Darmawati merupakan dosen Biokimia di Fakultas Perikanan Universitas Madako Tolitoli, Sulawesi Tengah. Selain itu, Darmawati aktif dalam kolaborasi penelitian dan publikasi *book chapter* bidang biokimia, mikrobiologi, bioteknologi, serta bidang ilmu lain. Artikel ilmiah hasil penelitian penulis dapat diakses melalui ID SINTA 6735043, ID Google Scholar vYlpvgsAAAAJ&hl, ID SCOPUS 57811221500.



Prof. Dr. Ir. Sutinah Made, M.Si lahir di Pare Pare / 23 Maret 1961. Ia Lulus Pendidikan sarjana pada tahun 1985 bidang sosial ekonomi pertanian, Pendidikan magister pada tahun 1994 bidang Agribisnis dan pada tahun 2005 mendapatkan gelar Doktor bidang ilmu ekonomi di Universitas Hasanuddin. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap untuk bidang ekonomi perikanan di Universitas Hasanuddin. Beberapa penelitian yang berhasil didanai oleh Ristekdikti dari tahun 2016 hingga sekarang berjudul : Analisis pengembangan Industri pengolahan komoditas rumput laut ekspor di Sulawesi Selatan tahun 2020/2021, Strategi pemberdayaan perempuan untuk

meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia tahun 2019-2021, Strategi pengembangan rumput laut berbasis Industri pada tahun 2019/2020, Kajian pemasaran komoditi perikanan lintas negara dari daerah perbatasan Indonesia ke tawau Malaysia tahun 2016, Strategi Pengembangan Usaha Rumput Laut dalam rangka peningkatan Kesejahteraan Masyarakat dan PAD Kota Baru Kalimantan Selatan tahun 2016.

Sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat, ia pun pernah terlibat aktif sebagai Narasumber pada beberapa kegiatan pengabdian diantaranya: Pemateri; Teknologi Budidaya Ikan Lele dan Ikan Nila di Kabupaten Enrekang tahun 2015, Strategi Pemberdayaan Masyarakat Pesisir melalui diversifikasi produk olahan rumput laut di Pulau Sebatik Kalimantan Utara tahun 2015, Pemateri; Peningkatan nilai ekonomi produk olahan perikanan melalui Penguatan kelembagaan kelompok masyarakat pesisir tahun 2015, Pemateri; Peningkatan motivasi wirausaha pada usaha budidaya ikan air tawar di Kab. Enrekang tahun 2014, Strategi pemberdayaan masyarakat melalui peningkatan motivasi kewirausahaan dan strategi pemasaran di pulau sebatik provinsi kalimantan timur tahun 2013, Peningkatan Kualitas Perempuan Pesisir Pemanfaatan Hasil dan Limbah Perikanan Skala Rumah Tangga di Kota Makassar tahun 2012, Pemateri; Analisis usaha Pembenihan ikan air Tawar Ekonomis Penting pada workshop Strategi Pengembangan Perikanan air tawar di Kab. Soppeng tahun 2012.

Adapun karya buku yang telah ditulisnya sejak tahun 2020, diantaranya berjudul :

1. Pengembangan Model Kelembagaan Ekonomi yang dibutuhkan Masyarakat Nelayan di Provinsi Sulawesi – Selatan, .
2. Penerapan Teknologi Tepat Guna Pada Diversifikasi Produk Perikanan Untuk Pemberdayaan Keluarga Nelayan di Provinsi Sulawesi Selatan

3. Ikan Terbang, Eksotis dan Komersial Species yang Perlu Dilindungi
4. How do Women Entrepreneurs Arisc Amid Covid-19 Crisis Tahun 2020
5. Analisis agribisnis Ikan Bandeng Chanos-Chanos Frok Omega-3 Tanpa Duri tahun 2021

Sementara Perolahan HKI dalam 5 – 10 tahun terakhir diantaranya:

1. Proses produksi dan formulasi tepuk premix otak-otak berbahan baku surimi ikan tenggiri tahun 2017
2. Modul:Analisis Sumbangan Pendapatan Perempuan di Provinsi Sulawesi Barat tahun 2018 dan 2019
3. Modul:Analisis Indeks Pemberdayaan Gender (IDG) di Provinsi Sulawesi Barat tahun 2022
4. Analisis agribisnis Ikan Bandeng Chanos-Chanos Frok Omega-3 Tanpa Duri tahun 2021
5. How do Women Entrepreneurs Arisc Amid Covid-19 Crisis Tahun 2020
6. PROSES PRODUKSI DAN FORMULASI TEPUNG PREMIX OTAK-OTAK tahun 2017



Inem Ode, S.Pi., MP lahir di Tulehu/Maluku Tengah pada tanggal 12 Agustus. Gelar Magister Perikanan diperoleh pada tahun 2009 di Universitas Brawijaya Malang. Saat ini sedang menempuh pendidikan Doktor pada program studi Ilmu Akuakultur, di Institut Pertanian Bogor. Ia tercatat sebagai dosen dpk LLDIKTI wilayah XII pada program studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Darussalam

Ambon. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya yakni penelitian dan pengabdian. Beberapa penelitian kolaborasi dengan lembaga luar negeri sejak tahun 2018 sampai sekarang berjudul : Marine ecotourism; Understanding the interaction of ocean acidification and marine tourism for sustainable management of coral reefs. Beberapa penelitian yang berhasil didanai Ristekdikti berjudul : Kadar Alginat Alga Coklat dari Perairan Pantai Desa Hutumuri Kecamatan Leitimur Selatan Kota Ambon, Ektoparasit Pada Ikan Budidaya di Perairan Teluk Ambon, dan Strategi pengembangan Suplly Chain rumput laut di Kabupaten Seram Bagian Barat provinsi Maluku. Sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat, ia pun pernah beberapa kali terlibat sebagai narasumber pada kegiatan seminar dan pelatihan.



Bagus Dwi Hari Setyono, S.Pi., M.P. lahir di Kota Mataram pada tanggal 3 Agustus 1984. Program Sarjana dan Magister diselesaikan di Universitas Brawijaya, Malang pada tahun 2006 dan 2008. Sejak tahun 2009 menjadi dosen Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap untuk mata kuliah Teknologi Budidaya

Perairan Tawar, Teknologi Budidaya Perairan Payau, Teknologi Budidaya Ikan Hias, Budidaya Pakan Alami, Oseanografi, Manajemen Agribisnis Perikanan, dan Kewirausahaan. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian, serta menjadi reviewer Jurnal Airaha Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong. Saat ini ia pun diamanahi sebagai ketua Program Studi D3 Budidaya Perikanan Program Vokasi Universitas Mataram (PDD) di Kabupaten Lombok Utara.



Suardi Laheng, S.Pi., M.Si lahir di Kota Tolitoli pada tanggal 11 Agustus 1988. Menamatkan pendidikan Magister pada tahun 2016 dan mendapat gelar Magister Sains (M.Si) pada Program Studi Ilmu Akuakultur, IPB University. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Madako Tolitoli dan telah mendapat sertifikat pendidik.

Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian. Saat ini diamanahi sebagai Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian (LPPM), Chef editorial JAGO TOLIS : Jurnal Agrokompleks Tolis, dari

Universitas Madako Tolitoli. Beberapa penelitian telah berhasil di publikasi pada jurnal internasional dan nasional yang terindeks Scopus dan Sinta.



Tholibah Mujtahidah, S.Pi., M.P. lahir di kota Probolinggo pada tanggal 3 Mei 1992. Menempuh perguruan tinggi di Universitas Brawijaya, lulus S1 pada tahun 2014 dan S2 tahun 2016 pada bidang keilmuan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Profesi sebagai dosen tetap pada Program Studi Akuakultur di Universitas Tidar. Selain mengajar, juga aktif dalam kegiatan tridharma lainnya diantaranya penelitian dan pengabdian. Beberapa judul kegiatan penelitian dan pengabdian berhasil mendapatkan pendanaan dari Ristekdikti dan LPPM-PMP Untidar. Salah satu fokus tema penelitiannya adalah mengenai budidaya iktiofauna lokal di Magelang, Jawa Tengah. Kegiatan lainnya menjadi pemateri dan aktif dalam kepanitiaan. Selain itu, saat ini sedang mengemban amanah menjadi ketua gugus kemahasiswaan Fakultas Pertanian Universitas Tidar.



Yenni Putri Sari, S.Pi., M.Sc. lahir pada tahun 1991. Ia mendapat gelar *Magister of Science* di salah satu kampus di Taiwan yaitu *National Taiwan Ocean University* (NTOU) awal tahun 2021. Saat ini ia tercatat sebagai Aparatur Sipil Negara di Universitas Bengkulu sejak tahun 2014 hingga sekarang, selain aktif di kampus ia juga seorang penyelam wanita. Sekarang ia fokus berkolaborasi

meneliti dan menulis artikel mengenai Budidaya Perikanan, Bioflok, Mikroplastik, dan Sampah laut serta melakukan penelitian di dasar laut. Sekarang ia diamanahi sebagai *Journal Manager* pada Jurnal Pengelolaan Laboratorium Sains dan Teknologi di bawah UNIB Press. Di tahun 2021 juga, ia merupakan salah satu penerima Hibah Penelitian dari Kemenristekdikti. Selain itu juga ia aktif menjadi pembicara dalam seminar national dan international. Adapun karya buku yang telah ditulisnya sejak tahun 2022, diantaranya berjudul:

6. Pengenalan Dasar Mini Laminar Airflow
7. Budidaya Perikanan



Ika Wahyuni Putri, S.Pi., M.Si lahir di Kota Makassar pada tanggal 27 Juni 1990. Pada tahun 2016 lulus dari Institut Pertanian Bogor dan mendapatkan gelar Magister Sains. Saat ini tercatat sebagai salah satu dosen tetap di Universitas Madako Tolitoli. Selain mengajar ia aktif dalam melakukan tridharma lainnya yaitu penelitian dan pengabdian. Beberapa judul penelitian yang telah dilaksanakan antara lain yaitu Pemanfaatan Tepung Daun Singkong (*Manihot Utilissima Pohl*) Hasil Fermentasi Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dan pengabdian yang telah dilaksanakan yaitu Penyuluhan Potensi Komoditas Perikanan Kabupaten Tolitoli dalam Menumbuhkan Jiwa Kewirausahaan Siswa SMA Negeri 2 Tolitoli.



Dr. Zaenal Abidin, S.Pi., M.Si lahir di Ujung Pandang, 7 Juni 1980. Menyelesaikan pendidikan S3 di bidang akuakultur di National Taiwan Ocean University, Taiwan pada tahun 2022. Saat ini beliau tercatat sebagai Dosen di Program Studi Budidaya Perairan Universitas Mataram sejak tahun 2018. Sebagai seorang dosen, beliau aktif dalam kegiatan tridharma yang berhubungan dengan kegiatan akuakultur diantaranya adalah tentang teknologi budidaya ikan air tawar dan penyediaan pakan ikan berbahan baku lokal. Beliau juga memiliki beberapa artikel ilmiah yang berhubungan dengan akuakultur yang diterbitkan di jurnal bereputasi nasional dan international. Sebelum terjun ke dalam dunia pendidikan, Zaenal Abidin adalah praktisi dalam kegiatan usaha pembenihan dan pembesaran udang windu.



Windu Sukendar, S.Pi., M.Si lahir di Kota Kendari pada tanggal 30 Januari 1990. Pada tahun 2016 lulus dari Institut Pertanian Bogor dan mendapatkan gelar Magister Sains. Saat ini tercatat sebagai salah satu dosen tetap di Politeknik Negeri Pontianak. Selain mengajar ia aktif dalam melakukan tridharma lainnya yaitu penelitian dan pengabdian. Beberapa judul penelitian yang telah dilaksanakan antara lain: “Status Kesehatan Dan Performa Pertumbuhan Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) Yang Diberi Pakan Dengan Penambahan Ragi Roti Komersil (*Saccharomyces cerevisiae*)” dan “Permbuhan Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) yang Diberi Pakan Buatan Dengan Penambahan Kunyit (*Curcuma longa* Linn)”. Beberapa judul pengabdian yang telah dilaksanakan antara lain : “Pemanfaatan Teknologi Akuaponik Sebagai Sumber Mata Pencarian Alternatif Masyarakat Di Danau Kayan Kabupaten Akpuas Hulu” dan “ Penerapan Teknologi Tepat Guna Automatic Feeder Bagi Masyarakat Pembudidaya Ikan Didesa Sibau Hilir Kecamatan Putussibau Utara.



Siti Tsaniyatul Miratis Sulthoniyah, S.Pi.Gr., MP. lahir di Kabupaten Blitar pada tanggal 17 Maret 1990. Ia Lulus pada tahun 2015 hingga mendapat gelar Magister Perikanan di Universitas Brawijaya Malang. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas PGRI Banyuwangi. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian. Saat ini ia pun diamanahi sebagai Kepala Bidang Penelitian di Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada

Masyarakat Universitas PGRI Banyuwangi dan Pemimpin Redaksi Jurnal LEMURU. Penelitian yang pernah didanai oleh universitas dari tahun 2020 hingga sekarang berjudul: Pengaruh Teknik Pengemasan Vakum terhadap Karakteristik Kimia dan Daya Simpan Ikan Pindang, dan Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Karakteristik Terasi Limbah Udang Windu dan Ikan Teri. Sebagai bentuk pengabdian masyarakat dan turut aktif pada Pendidikan negara, ia pun pernah terpilih sebagai Dosen Pembimbing Lapang pada Kampus Mengajar Angkatan II. Buku yang pernah diterbitkan berjudul Pengantar Bioteknologi. Selain itu, juga pernah menjadi editor pada buku Budidaya Perikanan.



Muh. Amri Yusuf, S.Pi., M.Si. lahir di Ujung Pandang pada tanggal 08 Januari 1996. Pada Desember 2018 telah menyelesaikan jenjang Strata 1 di Universitas Hasanuddin, Makassar di Departemen Perikanan, Budidaya Perairan. Agustus 2021 telah menyelesaikan jenjang Strata 2 di Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar pada Jurusan Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Saat ini sebagai dosen tetap di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan (THP) Institut Teknologi Sains dan Bisnis Muhammadiyah (ITSBM) Selayar sekaligus mendapatkan kesempatan mengajar di Universitas Hasanuddin pada Fakultas Vokasi, Program Studi Budidaya Laut dan Pantai, Kampus Selayar. Salah satu jurnal terpublikasi di *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation (AACL) - International Journal of The Bioflux Society* dengan judul *Abundance and Characteristic of Microplastics in Lake Towuti, East Luwu, South Sulawesi*. Selain itu, penulis juga aktif pada berbagai kegiatan, moderator pada beberapa kegiatan hingga kolaborasi

riset dengan berbagai pihak. Selain jurnal, penulis juga terlibat dalam penulisan buku yang berjudul “Budidaya Perikanan” yang diterbitkan oleh Tohar Media.



An Nisa Nurul Suci, S.Si., M.Si. lahir pada tahun 1993. Ia berhasil menyelesaikan program magisternya di Program Studi Ilmu Kelautan, IPB pada tahun 2019. Saat ini ia tercatat sebagai Dosen ASN di program Studi Ilmu Kelautan Universitas Bengkulu. Sebelum menjadi dosen, ia juga aktif dalam kegiatan konservasi dan rehabilitasi kawasan pesisir dan laut. Pada tahun 2018, ia mendirikan kelompok pecinta lingkungan yang bergerak untuk menyebarkan kepedulian terhadap sampah laut yang diberi nama MPAI (*Marine Plastics Awareness Indonesia*). Selama masa studi program pasca sarjananya, ia aktif melakukan penelitian yang berhubungan dengan ekologi laut. Salah satu pengalaman riset yang dimilikinya adalah GAME (*Global Approach by Modular Experiment*) Program yang merupakan kolaborasi riset antara Jerman dengan beberapa negara, termasuk Indonesia. Bidang penelitian yang banyak dilakukan adalah mengenai adaptasi biota laut terhadap perubahan iklim dan konservasi serta rehabilitasi pesisir sebagai upaya mitigasi perubahan iklim. Kedepannya, ia berharap dapat terus berkontribusi dalam upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di wilayah pesisir, baik melalui kegiatan penelitian maupun pengabdian kepada masyarakat.



Alexander Burhani Marda, S.Pi., M.Si lahir di Kota Medan pada tanggal 17 Juli 1989. Tamatan Madrasah Aliyah Al-Zaytun ini menempuh gelar Magister pada Jurusan Ilmu Akuakultur, Insitut Pertanian Bogor. Setelah lulus pada tahun 2015 pria ini sempat melakukan wiraswasta dan menjadi Sekretaris Desa selama 2 tahun. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian

Universitas Antakusuma dan aktif dalam melakukan kegiatan tridarma yaitu pengajaran, penelitian dan pengabdian. Saat ini, ayah dari dua anak ini diberikan kepercayaan sebagai Ketua Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Antakusuma.



Dr. Akmal Abdullah, SE., M.Si lahir di Barru pada tanggal 23 September 1976. Adalah alumni Program Doktor Ilmu Manajemen pada Universitas Muslim Indonesia Makassar. Merupakan staf pengajar sekaligus Kepala Laboratorium Pemasaran pada Program Studi Agribisnis Perikanan Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene

Kepulauan Sulawesi Selatan. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian. Berapa hibah Penelitian dan Pengabdian Masyarakat yang didanai Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Maupun Direktorat Akademik dan Kelembagaan Direktorat Jenderal Vokasi Kemendikbudristek yang telah didapat diantaranya tahun 2018-2021 pada Program

Pengembangan Produk Unggulan Daerah (PPPUD), Tahun 2022-2025 : Program Iptek Pengembangan Kewilayahan (PIPK).

Aktif di beberapa organisasi profesi maupun kemasyarakatan antara lain : Asosiasi Dosen Indonesia (ADI), Forum Manajemen Indonesia (FMI), Indonesia Marketing Academy (IMARC), Perhimpunan Dosen Manajemen Indonesia (PDMI), Yayasan Perguruan Tinggi Al Gazali Barru, Yayasan YASTI Indonesia.

Beberapa karya buku yang telah ditulisnya sejak tahun 2019, diantaranya berjudul :

1. Kinerja Pemasaran UMKM
2. Manajemen Sumber Daya Manusia : Prinsip Dasar dan Aplikasi
3. Perencanaan Agribisnis Pertanian Berkelanjutan
4. Pembelajaran dan Praktik Agribisnis Ikan Hias Karang Lestari



Virtuous Setyaka, S.IP., M.Si. adalah Dosen pada Program Studi Hubungan Internasional (Prodi HI), Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIP), Universitas Andalas (Unand), Padang, Sumatera Barat. Saat ini sedang menyelesaikan studi doctoral (S3) di Sekolah Pasva Sarjana Hubungan Internasional, FISIP, Universitas Padjadjaran (Unpad), Bandung, Jawa Barat.

Minat kajian yang ditekuni adalah Filsafat Politik, Teori Hubungan Internasional, Ekonomi Politik Internasional, Gerakan Sosial Global dan menjadikan Koperasi sebagai muara

dari keseluruhan pembelajaran teoritik dan praktik dalam kehidupan keseharian bagi masyarakat di dunia.

KIAT AGRIBISNIS RUMPUT LAUT

Seaweed atau rumput laut, secara ilmiah dikenal dengan istilah *algae* atau ganggang. Rumput laut merupakan tumbuhan berklorofil dan digolongkan sebagai tanaman tingkat rendah yang tidak memiliki akar, batang maupun daun sejati, melainkan hanya menyerupai batang, yang disebut *thallus*. rumput laut tumbuh di perairan dangkal dengan kondisi dasar perairan berpasir, sedikit berlumpur atau campuran keduanya. Untuk tumbuh, umumnya rumput laut melekat pada substrat tertentu, seperti karang, lumpur, pasir, batu atau benda keras lainnya. Sifat rumput laut ini disebut juga sebagai *benthic algae*, yaitu bersifat melekat (*benthic*).

Beragamnya kandungan dan manfaat pada rumput laut, menjadikan komoditas ini memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi. Selain untuk dikonsumsi, rumput laut secara luas dimanfaatkan di industri farmasi, pertanian, tekstil maupun *food processing* di lebih dari 50 negara di dunia. Dibalik peran sosial, ekonomi dan budaya bagi masyarakat pesisir, rumput laut juga memiliki peran ekologis dan biologis penting untuk mendukung tujuan konservasi yaitu pelestarian sumber daya laut.

TOHAR MEDIA

No Anggota IKAPI : 022/SSL/2019
Workshop : JL. Rappocini Raya Lr.II A No 13 Kota Makassar
Redaksi : JL. Muhktar dg Tompo Kabupaten Gowa
Perumahan Nayla Regency Blok D No 25
Telp. (0411) 8987659 Hp. 085299993635
<https://toharmedia.co.id>

