

UNTUNG BERLIPAT DARI BUDI DAYA

RUMPUT LAUT

Tanaman Multi Manfaat

Lily Publisher

Lily Publisher

UNTUNG BERLIPAT DARI BUDI DAYA

RUMPUT LAUT

Tanaman Multi Manfaat

Dr. M. Hendri, MSi., dkk



Lily Publisher

UNTUNG BERLIPAT DARI BUDI DAYA RUMPUT LAUT

Oleh: Dr. M. Hendri, MSi., dkk

Hak Cipta © 2018 pada Penulis

Editor : Fl. Sigit Suyantoro

Setting : deanadhia

Desain Cover : Priyo Wicaksono

Korektor : Stevani

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

Diterbitkan oleh **LILY PUBLISHER** Sebuah imprint dari Penerbit ANDI
Jl. Beo 38-40, Telp. (0274) 561881 (Hunting), Fax. (0274) 588282 Yogyakarta
55281

Percetakan: ANDI OFFSET
Jl. Beo 38-40, Telp. (0274) 561881 (Hunting), Fax. (0274) 588282 Yogyakarta
55281

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam Terbitan (KDT)

Hendri, M.

UNTUNG BERLIPAT DARI BUDI DAYA RUMPUT LAUT/M. Hendri, dkk;

– Ed. 1. – Yogyakarta: ANDI,

22 21 20 19 18

xii + 180 hlm .; 16 x 23 cm.

5 4 3 2 1

ISBN: 978 – 979 – 29 – 6770 – 8

l. Judul

1. Seaweeds

2. Rozirwan

3. Handayani, Yulifa

DDC'23 : 333.953.8

KATA PENGANTAR

Makroalgae atau di Indonesia dikenal dengan nama rumput laut merupakan salah satu sumber daya hayati laut yang memiliki keragaman yang tinggi. Ada lebih dari 700 spesies rumput laut di perairan Indonesia. Dewasa ini minat terhadap rumput laut meningkat di masyarakat di berbagai kalangan. Kalangan pelaku bisnis rumput laut, pelajar, mahasiswa, dan para akademisi, peneliti dan masyarakat umum. Pelaku bisnis rumput laut (pembudidaya, pengolah dan juga eksportir) mengenal rumput laut umumnya terbatas pada rumput laut komersial saat ini. Rumput laut jenis tertentu (*Eucheuma* dan *Gracillaria*) sebagai komoditi ekspor dan sumber daya alam yang potensial untuk dibudidayakan sudah bukan rahasia lagi. Masyarakat umum mengenal berbagai hasil olahan rumput laut yang ada di pasaran seperti agar-agar, dan belakangan produk-produk crackers yang diberi rumput laut, dan beberapa jenis Nori, produk kosmetik yang disebutkan berbasis rumput laut dan banyak lagi.

Seiring dengan meningkatnya minat terhadap rumput laut meningkat pula keingintahuan akan rumput laut. Keingintahuan tentang rumput laut tidak didukung oleh ketersediaan informasi tentang rumput laut baik yang sifatnya *scientific* berupa buku atau referens yang sifatnya teknis. Di toko-toko buku hampir tidak ada referens tentang rumput laut. Beberapa referens dalam jumlah dan lingkup terbatas hanya dapat ditemukan di lembaga penelitian terkait. Minat terhadap



rumput laut mendorong untuk mencari informasi tentang rumput laut bukan hanya peneliti, mahasiswa dan pelajar tapi juga pelaku usaha dan ini dirasakan kurang atau hampir tidak ada apalagi yang berbahasa Indonesia dan diterbitkan oleh penulis Indonesia.

Buku dengan judul: “Untung Berlipat dari Budi Daya Rumput Laut” ditulis oleh pakar akademisi (Dr. M. Hendri, MSi., dkk) berisi informasi tentang sejarah rumput laut, teknologi budi daya, teknologi pengolahan, serta informasi potensi kandungan kimia rumput laut yang diuraikan dengan gamblang. Teknologi budi daya yang dikemukakan bukan hanya teknologi yang sudah umum digunakan tetapi juga teknologi vertikultur yang menurut penulis memiliki prospek yang lebih baik yang diuraikan lengkap dengan segala kelebihan dan kekurangannya.

Harapan kami buku ini akan merupakan salah satu solusi atas kelangkaan buku referensi sebagai informasi serta menjadi sumbangan yang sangat berharga bagi peminat rumput laut utamanya pembudidaya, dan sebagai pegangan bagi pengajar ataupun mahasiswa dalam mengenali lebih dalam lagi tentang rumput laut khususnya rumput laut di Indonesia.

Oleh karena itu, saya menyambut gembira atas usaha penulis yang telah mampu menerbitkan buku ini. Hadirnya buku tentang informasi rumput laut Indonesia merupakan suatu langkah maju yang sangat membanggakan. Harapan saya kedepannya akan hadir terbitan-terbitan lain tentang rumput laut karena sangat banyak yang harus dan dapat digali tentang rumput laut; tentang kandungan kimianya, pemanfaatannya, diversifikasi pemanfaatannya yang makin luas dalam berbagai lingkup industri.



Akhirnya kepada penulis saya sampaikan selamat, semoga ini merupakan langkah awal dan akan disusul dengan terbitan-terbitan lainnya yang berguna untuk mencerdaskan bangsa.

Jakarta, Desember 2017

Ketua Ikatan Fikologi Indonesia

Prof. Dr. Rachmaniar Rachmat, Apt.

Lily Publisher



UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat ALLAH SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan buku ini dengan baik. Kami menyadari sepenuhnya buku ini masih jauh dari sempurna. Kritik dan saran tentu sangat kami butuhkan untuk perbaikan edisi berikutnya.

Kami mengucapkan terima kasih yang besar kepada berbagai pihak yang telah membantu hingga selesainya buku ini. Sebagian besar penelitian yang dilakukan dibiayai melalui anggaran DIPA Universitas Sriwijaya Nomor 042.01.2.400953/2016 tanggal 7 Desember 2016, sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian Unggulan Kompetitif Universitas Sriwijaya Nomor 592/UN9.3.1/LT/2016 tanggal 22 April 2016. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak, antara lain:

1. Rektor Universitas Sriwijaya, Prof. Dr. Anis Sagaff, MSCe.
2. Ketua LPPM Universitas Sriwijaya, Prof. Drs. Tatang Suhery, Phd.
3. Dekan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya, Prof. Dr. Isqaq Iskandar, MSc.
4. Rekan-rekan dosen dan staf PS Ilmu Kelautan FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Istri dan suami tercinta, Meria Istuti, Lisvi Gunaini, Robi Indra dan anak-anak tersayang, Qinthar, Zehan, Al, Fandi, Mustafa, Zafa dan Kian.



6. Ayahanda Fachruddin, AM (Almarhum) dan Ibunda Siti Zubaidah.
7. Yonathan Andreas Sinaga, S.Kel., Sahala Tua Batubara, S.Kel., Delini Oktaviana Lubis, S.Kel., Yohanes Hutapea, S.Kel, Nuril Azhar, S.Kel dan Wahyu Intan Sari, S.Kel., terima kasih atas bantuan dan dedikasinya selama penelitian dan penulisan buku ini hingga selesai.
8. Elyakim Sitorus, Maringan, Mardian Candra Kurniawan, Ari Awan dan M. Didi Tantra, terima kasih atas bantuannya yang tak kenal lelah hingga buku ini dapat diselesaikan dengan baik.
9. Penerbit Andi yang telah berkenan menerbitkan dan mempublikasikan buku dan hasil penelitian ini, yang semoga bisa memberikan informasi yang lebih banyak pada berbagai pihak yang membutuhkan.
10. Dan semua pihak yang telah membantu.

Semoga buku ini dapat memberikan warna untuk perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya tentang rumput laut. Saran dan kritik sangat diharapkan untuk perbaikan di kemudian hari.

Inderalaya, Agustus 2017

Penulis

Dr. Muhammad Hendri, MSi., dkk

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Sejarah Perkembangan Budi Daya Rumput Laut.....	2
1.2. Rumput Laut dan Manusia.....	5
1.3. Biologi Rumput Laut.....	8
1.4. Kandungan Rumput Laut.....	13
1.5. Sebaran dan Distribusi Rumput Laut	19
1.6. Produksi Rumput Laut Indonesia.....	20
1.7. Diborong Cina dan Singapura.....	28
BAB 2 PEMBUDIDAYAAN RUMPUT LAUT	31
2.1. Pemilihan Lokasi.....	32
2.2. Pengadaan dan Penyediaan Bibit	34
2.3. Penanaman	37
2.4. Pemeliharaan	39
2.5. Panen.....	39
BAB 3 METODE BUDI DAYA RUMPUT LAUT	47
3.1. Budi Daya Rumput Laut Metode Rakit	48
3.2. Metode Budi Daya Rumput Laut Lepas Dasar.....	51



3.3. Metode Budi Daya Rumput Laut Rawai Panjang/ <i>Long Line</i>	55
BAB 4 BUDI DAYA VERTIKULTUR DENGAN JARING KANTONG	59
4.1. Pembuatan Rakit Budi Daya Rumput Laut.....	61
4.2. Pembuatan Rak Vertikultur	64
4.3. Penanaman Rumput Laut	69
4.4. Pemeliharaan dan Penyiangan	72
4.5. Penimbangan	72
4.6. Pemanenan	73
4.7. Hasil Riset dan Penelitian Budi Daya Rumput Laut Vertikultur	74
BAB 5 INDUSTRI PENGOLAHAN RUMPUT LAUT SKALA RUMAH TANGGA (UMKM)	113
5.1. Pengolahan Pascapanen	114
5.2. Pengolahan Rumput Laut Menjadi Bubuk Agar dan Karagenan.....	119
BAB 6 POTENSI RUMPUT LAUT SEBAGAI SUMBER PRODUK ALAMI LAUT	153
6.1. Bakteri Symbion pada Beberapa Jenis Rumput Laut	158
6.2. Rumput Laut Sebagai Sumber Senyawa Antioksidan.....	160
DAFTAR PUSTAKA	167
TENTANG PENULIS	177



Lily Publisher

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1. SEJARAH PERKEMBANGAN BUDI DAYA RUMPUT LAUT

Istilah rumput laut sudah lazim dikenal dalam dunia perdagangan, meskipun penggunaan istilah tersebut sebenarnya tidak tepat. Istilah rumput laut merupakan terjemahan dari kata *seaweed*. Padahal rumput laut memiliki padanan dengan *seagrass* atau *lamun*. Secara morfologi keduanya memiliki perbedaan yang mendasar. Jika rumput laut termasuk tumbuhan *thalophyta* yang tidak bisa dibedakan antara akar, batang dan daunnya, maka lamun termasuk tumbuhan tingkat tinggi.

Pemanfaatan rumput laut oleh manusia sebenarnya sudah sangat lama terjadi. Beberapa catatan sejarah yang menunjukkan hal tersebut, antara lain Kekaisaran Shen Nung sekitar tahun 2700 SM sudah menggunakan dan memanfaatkan rumput laut untuk berbagai kebutuhan. Pada masa itu tumbuhan ini dimanfaatkan sebagai obat dan bahan makanan oleh masyarakat. Catatan lain menyebutkan bahwa sekitar 65 SM, masyarakat Eropa (Romawi) sudah memanfaatkan rumput laut sebagai bahan obat-obatan. Secara komersial rumput laut telah dipergunakan sejak tahun 1670.

Pemanfaatan rumput laut di Indonesia telah ada sekitar tahun 1292. Para pelaut Eropa yang berlayar di perairan nusantara mencatat adanya pemanfaatan rumput laut oleh para nelayan di Indonesia sebagai sumber pangan sehari-hari (sayur-sayuran). Pada beberapa tempat juga tercatat rumput laut digunakan sebagai bahan pengobatan. Masyarakat pesisir Jawa Tengah, khususnya Jepara dan sekitarnya, menggunakan rumput laut untuk mengobati luka bakar.



Komersialisasi rumput laut di Indonesia dimulai sekitar tahun 1980-an, dengan dilakukannya budi daya rumput laut di kawasan pesisir dengan tujuan untuk meningkatkan penghasilan masyarakat pesisir yang relatif masih rendah. Informasi lain menyebutkan bahwa sekitar awal tahun 1970-an telah dilakukan penelitian, riset dan pengembangan usaha budi daya rumput laut dari jenis *Euchema* sp. yang dilakukan di Pulau Samaringa, Sulawesi Tengah. Riset dan pengembangan tersebut melibatkan kerja sama antara Lembaga Penelitian Perikanan Laut dan salah satu perusahaan dari Denmark (Neori, 2008).

Berbagai jenis rumput laut dapat ditemukan di perairan Indonesia, baik dari kelompok rumput laut hijau (*Chlorophyceae*), coklat (*Phaeophyceae*) maupun rumput laut merah (*Rhodophyceae*). Berdasarkan catatan Van Bosse (melalui Ekspedisi Laut Siboga pada tahun 1899-1900), di Indonesia terdapat kurang lebih 555 jenis dari 8642 spesies rumput laut yang terdapat di dunia. Perairan Indonesia memiliki sumber daya *plasma nutfah* rumput laut yang besar hingga sekitar 6.42% dari total biodiversitas rumput laut dunia (Hafting, *et al.*, 2012).

Menurut data yang disampaikan oleh Kementerian Kelautan, tingkat 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% per tahun. Berdasarkan produksi tahun 2002, negara yang mendominasi sebagai produser rumput laut (alga merah) dunia terbesar adalah Filipina (34,34%), kemudian Cina (26,05%), Jepang (16,94%) dan Korea (8,69%) dari produksi total. Sedangkan



Indonesia baru bisa menempati posisi kelima 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 dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perikanan Budi daya dan Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. Seharusnya Indonesia menempati posisi keempat sebagai negara produsen rumput laut dunia (*red seaweed*) (FAO, 2017), (Direktorat Jenderal Perikanan Budi daya dan Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, 2002).

Negara-negara penghasil utama rumput laut dunia antara lain Philippina yang sebagian besar berasal dari spesies *Eucheuma cottonii* dan sebagian lainnya dari species *Eucheuma denticulatum*, *Kapphycus alvarezii* dan *Gracilaria* sp. Rumput laut Cina dan Jepang umumnya dari species *Porphyra tenera*, sementara Indonesia berasal dari jenis *Eucheuma cottonii* dan *Gracilaria*.

Kondisi ini seharusnya mendapat perhatian serius dari berbagai pihak terkait, baik pemerintrah, peneliti, kampus, dan berbagai lembaga riset termasuk pembudidaya dan pelaku usaha. Mengingat luasnya perairan atau potensi Indonesia yang jauh melebihi negara lain seperti Filipina, Cina maupun Jepang, aktivitas usaha budi daya rumput laut perlu mendapat dukungan bersama-sama (terkoordinasi) sesuai kapasitas masing-masing, dari hulu sampai ke hilir (secara terpadu), sehingga hasil yang dicapai dan berdampak pada peningkatan pendapatan masyarakat serta perolehan devisa negara. Beberapa negara di dunia penghasil rumput laut disajikan selengkapnya pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Negara produser rumput dunia tahun 1998–2002

No	Negara	1998	1999	2000	2001	2002	Kenaikan (%)
1.	Philippines	656.632	673.3611	678.743	760.640	884.066	7.91
2.	RRC	364.450	411.370	481.590	583.990	670.620	16.51
3.	Taiwan	14.770	15.327	12.529	15.628	16.799	4.44
4.	Korea Rep	190.979	205.706	130.488	167.909	223.650	8.28
5.	Indonesia	117.210	133.720	205.227	212.473	223.080	19.02
6.	Chilli	68.386	31.278	33.471	65.538	71.648	14.47
7.	Japan	396.615	409.850	391.681	373.121	436.031	2.76
8.	Lainnya	36.601	44.736	47.029	46.484	48.746	7.76
9.	Total	1.845.643	1.925.348	1.980.758	2.225.783	2.574.640	8.81

Sumber : (FAO 2002)

1.2. RUMPUT LAUT DAN MANUSIA

Produk ekstraksi rumput laut banyak dipergunakan sebagai bahan pangan, bahan tambahan, dan bahan pembantu dalam industri makanan, farmasi, tekstil, kosmetik, cat, dan lain sebagainya. Rumput laut pun dipergunakan sebagai salah satu komponen pakan ternak dan pupuk. Industri pengolahan rumput laut menjadi bahan baku agar-agar telah tercatat pada tahun 1930-an, sedangkan industri karagenan muncul sekitar tahun 1989, sementara industri alginate di Indonesia belum ada (Direktorat Jenderal Industri Kecil dan Menengah, 2010). Saat ini industri pupuk rumput laut pun menggeliat meski masih dalam skala industri kecil.

Permintaan produk rumput laut cenderung terus meningkat setiap tahun. Sejak awal tahun 1980-an rumput laut telah mulai digunakan, merambah berbagai sektor industri nasional, antara lain untuk



berbagai industri makanan, tekstil, kertas, cat, kosmetik, dan farmasi. Di Indonesia pemanfaatan rumput laut dimulai dari industri agar-agar (*Gelidium sp.* dan *Gracilaria sp.*) sedangkan untuk industri karagenan (dari jenis *Eucheuma sp.*), dan industri alginat (dari jenis *Sargassum sp.*) baru dimulai tahun 1995.

Penggunaan dan pemanfaatan produk rumput laut diperkirakan akan semakin meningkat dan meluas di masa yang akan datang seiring semakin beragamnya kebutuhan manusia. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan industri, potensi sumber daya alam rumput laut yang kita miliki perlu terus dikembangkan secara lestari dan berkelanjutan dengan ekstensifikasi serta intensifikasi lahan. Negara lain penghasil rumput laut adalah Jepang, Amerika Serikat, Kanada, Eropa, Filipina, Thailand, Malaysia, India, *Chille*, RRC, dan Madagaskar. Berikut ini penggunaan dan jenis rumput laut yang dimanfaatkan untuk beragam industri.

Tabel 1.2 Rumput laut, penggunaan dan eksploitasi di dunia

No	Jenis Rumput Laut	Penggunaan	Produksi
1.	Alga merah ; <i>Acanthopeltis</i> , <i>Gelidiela*</i> , <i>Gelidium*</i> , <i>Gracilaria*</i> , <i>Pterocladia</i> , <i>Chondrus</i> , <i>Euchema*</i> , <i>Gigartina</i> , <i>Hypnea</i> , <i>Iridea</i> , <i>Phyllophora</i> , <i>Furcellaria</i>	Agar Karagenan Furcellaran	36.000 40.000 4.000
2.	Alga coklat ; <i>Ascophyllum</i> , <i>Durvillea</i> , <i>Ecidonia</i> , <i>Fucus</i> , <i>Laminaria</i> , <i>Macrocystis</i> , <i>Nereocystis</i> , <i>Sargassum*</i> , <i>Turbinaria*</i>	Alginat	190.000
3.	Alga merah ; <i>Porphyra</i>	Makanan/ Sayuran	385.000
4.	Alga coklat ; <i>Hizikia</i> , <i>Undaria</i> , <i>Laminaria</i>		
5.	Alga hijau ; <i>Caulerpa*</i> , <i>Enteromorpha*</i> , <i>Ulva*</i>		

No	Jenis Rumput Laut	Penggunaan	Produksi
6.	Alga coklat ; Ascophyllum, Sargassum*, Pupuk		

Sumber : (FAO 2002)

Beberapa jenis rumput laut berkadar gizi tinggi. Substansi yang dikandungnya meliputi karbohidrat, protein, lemak, asam amino, kalium, natrium, kalsium, magnesium, dan iodium. Menurut Rachmaniar (1994), kadar protein makro algae berkisar antara 2,8-6,08%, karbohidrat antara 25-40% dengan kandungan serat yang tinggi, yaitu 2-13%.

Tabel 1.3 Produk industri rumput laut

No	Spesies	Berat Basah (Ton/tahun)	Produksi (Ton/Tahun)	Nilai (US \$/Tahun)
1.	Alginat; <i>Macrocystis</i> sp., <i>Laminaria</i> , <i>Ascophyllum nodosum</i> , <i>Durviela</i> sp., <i>Lessonia</i> sp.	500.000	27.000	230.000.000
2.	Agar ; <i>Gelidium</i> sp., <i>Gracilaria</i> sp., <i>Gelidiella</i> sp., <i>Pterocladia</i> sp., Karagenan; <i>Euchema</i> sp., dan <i>Chondrus</i> sp.	180.000	11.000	160.000.000
3.	<i>Furcellaria lumbricolis</i> , <i>Hypnea</i> sp., Seaweed Meal: <i>Ascophyllum nodosum</i>	250.000	15.000	100.000.000
4.	<i>Fucus</i> sp.	50.000	10.000	5.000.000
5.	Pupuk Serbuk	550.000	510.000	10.000.000
6.	Pupuk Cair	10.000	1.000	10.000.000
Total		1.540.000		515.000.000

Sumber : (Jensen, 1993), McHugh dan Lanier (1983) *) Pupuk **) satuan ton (kering)



1.3. BIOLOGI RUMPUT LAUT

Rumput laut atau *seaweed* adalah tumbuhan yang tidak dapat dibedakan antara akar, batang dan daunnya atau dikenal sebagai *thallophyta*. Rumput laut termasuk dalam kelompok alga khususnya makro alga. Sedangkan pengertian lain yang hampir mirip adalah *Seagrass* yang di Indonesia lebih dikenal sebagai lamun. Berbeda dengan lamun yang tergolong dalam tumbuhan tingkat tinggi, rumput laut tidak termasuk dalam golongan tersebut. Rumput laut pada umumnya dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelas yaitu : alga hijau (*chloropheceae*), alga coklat (*pheaceophyceae*), dan alga merah (*rhodophyceae*).





Eucaema cottonii merupakan salah satu jenis rumput laut merah (Rhodophyceae) yang juga dikenal dengan nama *Kappaphycus alvarezii* karena karagenan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa-karagenan. Oleh sebab itu, jenis ini secara taksonomi disebut *Kappaphycus alvarezii* (Doty, 1986). Nama daerah 'cottonii' umumnya lebih dikenal dan biasa dipakai dalam dunia perdagangan nasional maupun internasional. Klasifikasi *E. cottonii* adalah:

Kingdom : Plantae

Divisi : Rhodophyta

Kelas : Rhodophyceae

Ordo : Gigartinales

Famili : Solieracea

Genus : *Eucaema*

Species : *Eucaema alvarezii* Doty

Kappaphycus alvarezii (doty) Doty



Rumput laut (*seaweed*) yang dibudidayakan sebagai bahan utama pembuatan agar adalah jenis *Gracilaria* sp. Jenis ini termasuk kelas Rhodophyta atau alga merah. Pembudidayaan rumput laut jenis ini banyak dilakukan di seluruh Indonesia. Beberapa daerah bahkan memiliki nama daerah atau nama lokal, seperti *dongi-dongi*, *sango-sango*, *bulung sango*, dan lain-lain. Ada beberapa spesies rumput laut dari marga *Gracilaria* yang lazim dikembangkan dan dikonsumsi (Arifudin dan Ahmad, 2001).

Ilmu pengetahuan dan teknologi budi daya rumput laut dan cara pengolahannya telah diketahui oleh pembudidaya rumput laut. Pengetahuan dan pengolahan yang benar diharapkan dapat memaksimalkan hasil budi daya. Mereka diharapkan dapat melakukan pengolahan dengan standar kualitas yang baik sehingga dapat diterima oleh industri pengolahan dan mendapatkan hasil yang maksimal. Salah satu dasar metode budi daya rumput laut adalah mengetahui cara perkembangbiakan rumput laut. Rumput laut berkembang dengan dua cara, yaitu secara tidak kawin (vegetatif) dan kawin (generatif).

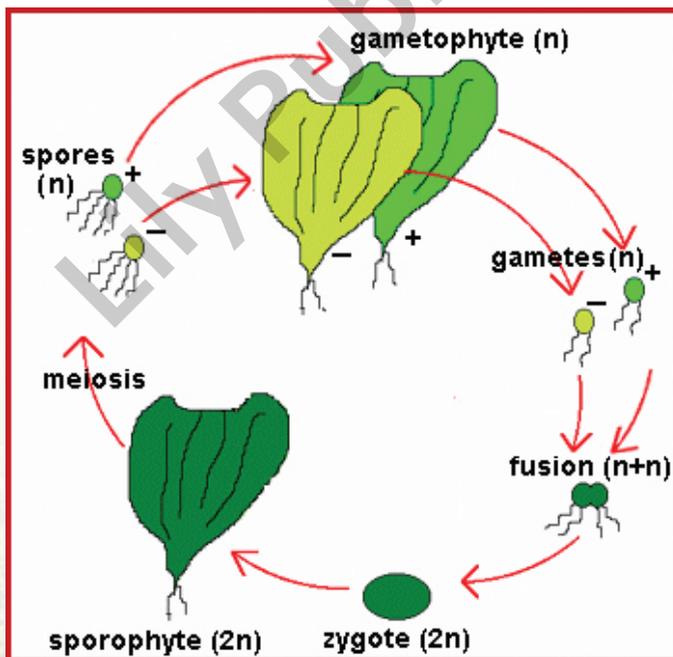
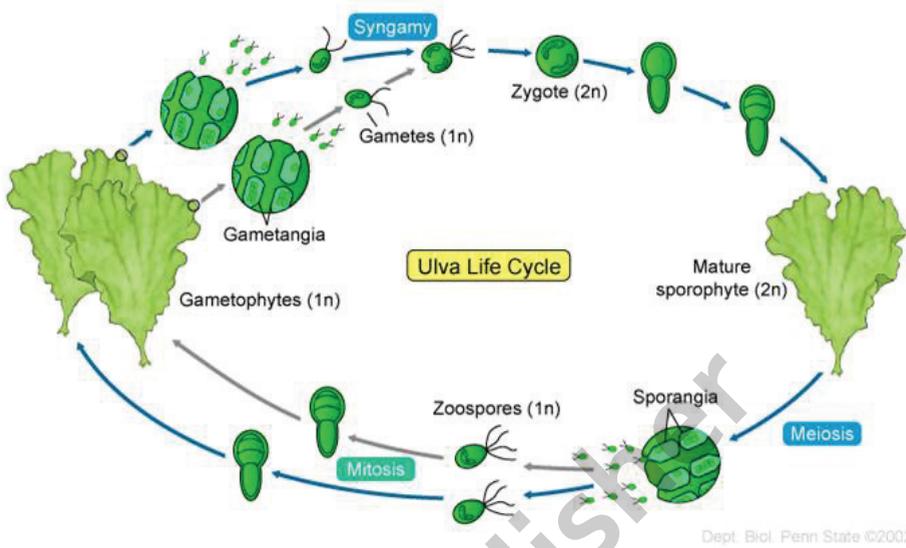
Rumput laut berkembangbiak secara seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara aseksual yaitu:

1. Pembelahan sel
2. Fragmentasi
3. Pemisahan koloni
4. Pembentukan spora

Sedangkan perkembangbiakan secara seksual:

1. Isogami
2. Anisogami
3. Oogami

Sistem reproduksi rumput laut jenis *Ulva* sp. memiliki bentuk yang mirip dengan sistem reproduksi rumput laut pada umumnya. *Ulva* sp. adalah jenis rumput laut yang umum ditemukan di dasar perairan laut, menempel di dasar perairan. Tubuhnya memiliki bentuk seperti lembaran daun. Berkembang biak secara vegetatif dengan menghasilkan spora dan spora itu tumbuh menjadi *Ulva* yang haploid (n). *Ulva* sp. yang haploid disebut gametofit haploid. Kemudian secara generatif akan menghasilkan gamet jantan dan gamet betina. Pertemuan gamet jantan dan gamet betina akan menghasilkan zigot ($2n$). Zigot kemudian berkembang menjadi *Ulva* sp. yang diploid, disebut *sporofit*. *Sporofit* akan membentuk spora yang bersifat haploid setelah mengalami proses *meiosis*, yang kemudian mengalami proses mitosis dan menghasilkan gametofit haploid. Siklus hidup *Ulva* sp. ini merupakan salah satu contoh dari proses berulangnya generasi isomorfik.



Gambar 1.1 Siklus hidup *Ulva* sp.

(Sumber: http://www.jochemnet.de/fiu/bot4404/BOT4404_26.html)



Jenis alga coklat lebih dikenal sebagai rumput laut karang atau *rockweed*. Kelompok ini sering dimanfaatkan untuk industri alginat, sedangkan ganggang merah merupakan bahan baku bagi industri agar-agar, *carragenan* dan *fulcellaran* serta produk lain. Rumput laut atau *seaweed* merupakan bagian terbesar dari rumput laut yang tumbuh melekat pada substrat yang terdapat di lautan, seperti batu-batuan, karang dan bangkai kulit karang.

Rumput laut mutlak memerlukan cahaya matahari untuk berfotosintesis. Oleh karena itu meski hidup di bawah permukaan laut, tetapi hanya ada di tempat yang tidak terlalu dalam. Pada umumnya rumput laut hidup di sekitar pantai dalam jumlah dan jenis yang beragam, tergantung parameter lingkungan dan jenis substrat. Terdapat beberapa jenis rumput laut yang dapat dikonsumsi, seperti jenis *Caulerva* sp. Namun demikian sebagian besar tidak dikonsumsi manusia karena berbagai alasan. Adapun jenis yang dibudidayakan oleh pembudidaya rumput laut, sudah dikenal atau diperdagangkan adalah jenis *Eucheuma* spp. dengan beberapa varian spesiesnya. Jenis *Eucheuma* spp. sering dibudidayakan karena di samping arealnya cocok untuk budi daya, juga pasarnya sudah ada. Jenis *Eucheuma* spp. ini, dengan kode CCCNL: 14.85.200, mengandung karagenan yang banyak dibutuhkan untuk bahan baku industri.

1.4. KANDUNGAN RUMPUT LAUT

Kandungan dan komposisi kimia yang terdapat dalam berbagai jenis rumput laut dapat dikelompokkan menjadi: *agarofit*, yaitu jenis rumput laut yang menghasilkan agar-agar. Beberapa jenis yang termasuk dalam



kelompok ini antara lain *Gracilaria* spp. *Gelidium* spp., dan *Gelidiella* spp. Rumput laut yang menghasilkan karagenan disebut karaginofit. Beberapa jenis yang termasuk jenis ini antara lain *Eucheuma spinosium*, *E. serra*, *E. cottonii*, *E. edule*, dan *Eucheuma serra*. Selain itu rumput laut juga ada yang mampu menghasikan **alginat**. Beberapa jenis rumput laut yang memiliki kemampuan menghasilkan alginat adalah *Sargassum* sp., *Laminaria* sp., *Ascophyllum* sp., dan *Macrocystis* sp. (Ditjen PEN/MJL/004/9/2013).

Rumput laut mengandung karbohidrat, protein, sedikit lemak dan abu, sebagian besar merupakan senyawa garam dan kalori. Bila dibandingkan dengan tanaman dan sayuran darat, kandungan protein rumput laut lebih tinggi. Selain itu rumput laut kaya akan berbagai jenis vitamin, seperti A, B1, B2, B6, B12, dan C, beta karotin serta mineral penting seperti besi, iodin, aluminium, mangan, kalsium, nitrogen dapat larut, phosphor, sulfur, chlor, silikon, rubidium, strontium, barium, titanium, cobalt, boron, copper, kalium, asam nukleat, asam amino, protein, mineral, *trace elements*, tepung dan gula. Komposisi kimiawi dari beberapa jenis rumput laut dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Komposisi kimiawi (%) rumput laut

Jenis Rumput Laut	Karbohidrat	Protein	Lemak	Air	Abu	Serat Kasar
<i>Echeuma cottonii</i>	57,52	3,46	0,93	14,96	16,05	7,08
<i>Gracilaria</i> sp.	41,68	6,59	0,68	9,73	32,76	8,92
<i>Sargassum</i> sp.	19,06	5,53	0,74	11,71	34,57	28,39
<i>Turbinaria</i> sp.	44,90	4,79	1,66	9,38	33,54	16,38

Sumber: Yunizal, 2004

Rumput laut dapat diolah menjadi berbagai produk yang dibutuhkan industri dalam negeri maupun luar negeri. Beberapa produk yang dapat dihasilkan dari rumput laut adalah karagenan, agar-agar, dan alginat. Menurut hasil penelitian Istini, et al. (1989), kandungan mineral dan vitamin pada rumput laut disajikan pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Komposisi mineral pada rumput laut

No	Jenis Mineral	Nilai	Satuan
1.	Mineral		
	- Ca	22,39	ppm
	- Fe	0,121	ppm
	- Cu	2,763	ppm
2.	Riboflavin	2,7	mg/100g
3.	Vitamin C	12	mg/100 gr
4.	Karagenan	61,52	%

A. KARAGENAN (CARRAGENAN)

Kebutuhan industri akan karagenan terus meningkat dari waktu ke waktu. Pada 1996 kebutuhan produk tersebut tidak kurang dari 130.000 ton per tahun, sedangkan pasar karagenan mencapai 15.000-20 000 ton per tahun. Pasar terbesar adalah Eropa (35%), Asia Pasifik (25%), Amerika Utara (25%), dan Amerika Selatan (15%). Beberapa perusahaan besar yang memainkan peran penting dalam perdagangan karagenan adalah FMG (Amerika), QPF (Denmark), dan France Setia (Perancis).

Perdagangan produk rumput laut bersifat oligopolistik, di mana petani pembudidaya atau produsen hanya dapat menjual sejumlah kecil pembeli. Industri karagenan dunia mengalami pertumbuhan yang menggembirakan, khususnya produk konvensional *Semi Refined Products* (SRC). Hal ini karena banyak industri hilir seperti industri daging dan *dairy* di Amerika Serikat yang membutuhkan karagenan (PPIP, Badan Agribisnis, 1996). Sementara standar mutu karagenan menurut FAO, FCC, dan EEC disajikan pada Tabel 1.6.

Tabel 1.6 Standar mutu karagenan

Spesifikasi	FAO	FCC	EEC
Zat Folatil (%)	Maks. 12	Maks. 12	Maks. 12
Sulfat (%)	15-40	18-40	15-40
Kadar abu (%)	15-40	Maks. 35	15-40
Viskositas (cP)	Min. 5	-	-
Kadar Abu Tidak Larut Asam (%)	Maks. 1	Maks. 1	Maks. 2
Logam Berat:			
Pb (ppm)	Maks. 10	Maks. 10	Maks. 10
As (ppm)	Maks. 3	Maks. 3	Maks. 3
Cu (ppm)	-	-	Maks. 50
Zn (ppm)	-	-	Maks. 25
Kehilangan karena pengeringan (%)	Maks. 12	Maks. 12	-
<i>Sumber: A/S Kobenhvns Pektifabrik (1978)</i>			
FAO : Food Agriculture Organization		FCC: Food Chemical Code	
EEC : European Economic Community			



B. AGAR-AGAR

Agar-agar adalah produk rumput laut terpopuler yang dikenal masyarakat. Agar-agar digunakan tidak hanya di dunia industri makanan, tetapi merambah berbagai bidang seperti kosmetik. Saat ini pangsa pasar internasional untuk agar-agar sebagai bahan mentah dan sebagai penghasil produk jadi terus meningkat. Kebutuhan dunia diperkirakan sebesar 10.000 ton bahan mentah dan 3.500 ton produk jadi per tahun. Jepang adalah negara konsumen utama agar-agar dengan kebutuhan sekitar 2.000 ton per tahun. Industri pengolahan agar-agar Jepang sudah sangat maju sehingga hanya mengimpor rumput laut penghasil agar-agar kualitas A. Kebutuhan Amerika Serikat mencapai 1000 ton/tahun (80% dari impor). Negara pembeli agar-agar lainnya adalah Jerman 210 ton/tahun, Italia mencapai 100-400 ton/tahun, Thailand, Singapura, dan Malaysia masing-masing sekitar 200 ton per tahun (PPIP, Badan Agribisnis, 1996).

Selain industri makanan, kosmetik, dan lainnya, rumput laut juga dikembangkan untuk bidang farmasi dan obat-obatan. Banyak penelitian yang mempublikasikan temuannya akan produk alami rumput laut. Saat ini rumput laut sebagai sumber *Marine Natural Product* sudah dikenal sebagai salah satu sumber senyawa aktif yang banyak diteliti manfaatnya di dunia kedokteran. Hendri, *et al.* (2017), menunjukkan beberapa senyawa yang terkandung dalam rumput laut jenis *Halimeda renchii* dan *Halimeda gracillis* dari hasil uji fitokimia seperti disajikan pada Tabel 1.7.



Tabel 1.7 Hasil uji fitokimia ekstrak kering (bubuk) dari *H. renshii* and *H. gracillis*

No	Phytochemicals Test	Phytochemicals Test Analysis Result		Method
		<i>H. gracillis</i>	<i>H. renshii</i>	
1.	Alkaloid	Negative	Negative	Qualitative Analysis
2.	Steroid	Positive	Positive	
3.	Terpenoid	Negative	Negative	
4.	Tanin	Negative	Negative	
5.	Saponin	Positive	Positive	
6.	Flavanoid	Negative	Negative	

(Sumber: (Hendri, et al., 2017))

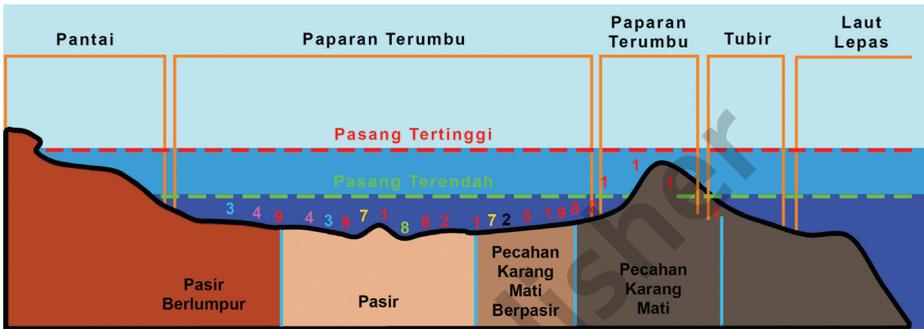
Hasil uji fitokimia menunjukkan adanya kandungan steroid dan saponin dalam rumput laut jenis *Halimeda* sp. Sementara beberapa jenis uji yang lain seperti alkaloid, terpenoid, tannin dan flavanoid menunjukkan hasil negatif.

1.5. SEBARAN DAN DISTRIBUSI RUMPUT LAUT

Sebaran dan distribusi rumput laut merupakan bagian tak terpisahkan dari proses adaptasi terhadap lingkungan. Distribusi dan sebaran rumput laut memiliki ciri khas masing-masing. Sebaran rumput laut di perairan Teluk Lampung, khususnya di sekitar Teluk Hurun, disajikan selengkapnya pada Gambar 1.3. Terdapat tidak kurang dari sembilan jenis rumput laut di perairan tersebut, baik dari kelompok Chlorophyta maupun Rodophyta, diantaranya adalah *H. renschii*, *Sargassum* sp., *Gracilaria* sp., *H. gracillis*, *Turbinaria* sp., *Eucheama* sp., *Padina* sp., *Caulerpa* sp., dan *Halimeda* sp.



Rumput laut jenis *H. renschii* dan *H. gracillis* mendominasi perairan tersebut. Sebarannya cukup luas dibanding jenis lain, mulai dari kawasan terumbu hingga tubir, membentuk hamparan hijau. Sementara itu jenis *Turbinaria* sp. adalah jenis yang paling sedikit dibandingkan yang lain.



Gambar 1.2 Ilustrasi kondisi rumput laut di Teluk Lampung (Hendri, 2015)

Keterangan:

- | | | |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. <i>H. renchii</i> | 4. <i>Sargassum</i> sp. | 7. <i>Gracilaria</i> sp. |
| 2. <i>H. gracillis</i> | 5. <i>Turbinaria</i> sp. | 8. <i>Euchema</i> sp. |
| 3. <i>Padina</i> sp. | 6. <i>Caulerpa</i> sp. | 9. <i>Halimeda</i> sp. |

1.6. PRODUKSI RUMPUT LAUT INDONESIA

Perairan Indonesia merupakan perairan tropis yang kaya akan sumber daya *plasma nutfah* rumput laut (menurut ekspedisi Van Bosse, 1899-1900, mencapai 555 jenis), membuat komoditas rumput laut menjadi salah satu hasil laut yang diunggulkan dan dikembangkan secara luas, tersebar di seluruh wilayah perairan Indonesia (mencapai 384,73 ribu ha)

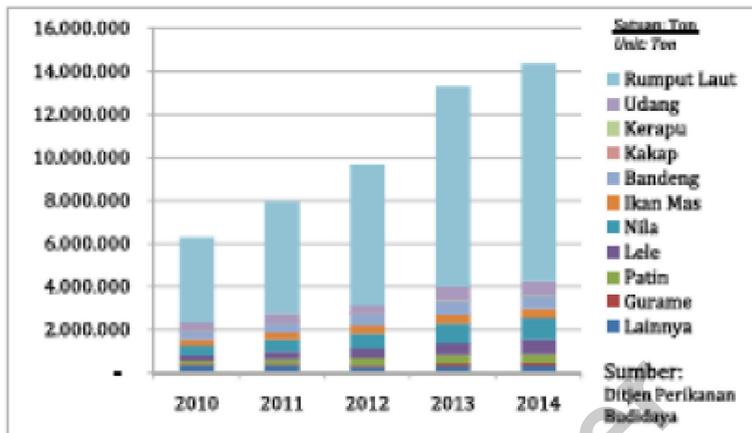
dengan target produksi tahun 2014 sebesar 10 juta ton. Berdasarkan data, tahun 2010 produksi tertinggi ditempati oleh Provinsi Sulawesi Tengah dengan 833.327 ton, diikuti Provinsi Sulawesi Selatan (750.134 ton), Nusa Tenggara Timur (596.348 ton), Jawa Timur (383.580 ton) dan Nusa Tenggara Barat (152.534 ton). (Sumber: Direktorat Jenderal Perikanan Budi Daya Kementerian Kelautan dan Perikanan RI).

Menurut Direktorat Jenderal Perikanan Budi Daya (2015), nilai produksi rumput laut menunjukkan tren meningkat setiap tahun. Pada tahun 2010, nilai produksi hanya 3,9 juta ton, sementara tahun 2014 total produksi mencapai 10 juta ton. Nilai produksi rumput laut tersebut nampak menonjol jika dibanding produksi komoditas lain seperti udang, ikan, dan lainnya. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.8, Gambar 1.3 dan Gambar 1.4.

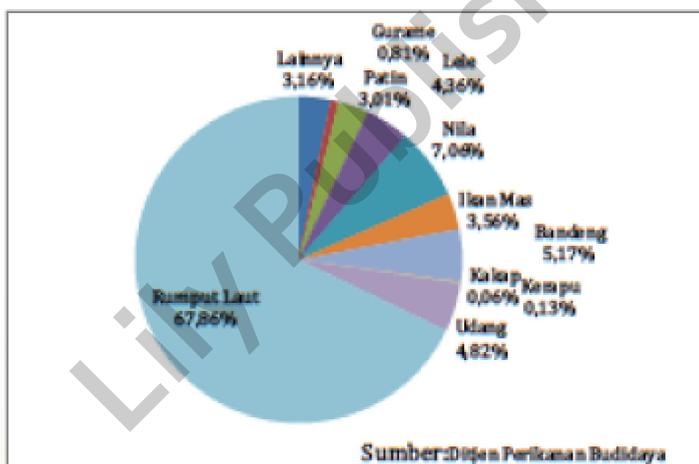
Tabel 1.8 Produksi perikanan budi daya menurut komoditas utama 2010-2014

No	Jenis Ikan	Tahun						Kenaikan Rata Rata(%)	
		2010	2011	2012	2013	2014	2015*	2010-2014	2013-2014
1.	Rumput Laut	3.915.017	5.170.201	6.514.854	9.298.474	10.076.992	7.427.527	27,29	8,37
2.	Udang	380.972	400.385	415.703	645.955	639.369	325.337	15,82	-1,02
3.	Kerapu	10.398	10.580	11.950	18.864	13.346	8.972	10,83	-29,25
4.	Kakap	5.738	5.236	6.198	6.735	5.447	3.245	-0,21	-19,13
5.	Bandeng	421.757	467.449	518.939	627.333	631.125	414.569	10,84	0,60
6.	Ikan Mas	282.695	332.206	374.366	412.703	434.653	227.613	11,44	5,32
7.	Nila	464.191	567.078	695.063	914.778	999.695	592.366	21,41	9,28
8.	Lele	242.811	337.577	441.217	543.774	679.379	396.539	29,487	24,96
9.	Patin	147.888	229.267	347.000	410.883	418.002	256.287	31,63	25,55
10.	Gurame	56.889	64.252	84.681	94.605	118.776	67.906	20,50	22,55
11.	Lainnya	349.568	344/731	265.580	326.801	342.347	353.654	0,87	4,76
Jumlah Total Produksi		6.277.924	7.928.962	9.675.553	13.300.906	14.359.129	10.074.014	23,44	7,96

Sumber : Ditjen Perikanan Budi Daya, 2015



Gambar 1.3 Grafik sebaran produksi perikanan budi daya



Gambar 1.4. Rata-rata sebaran produksi perikanan budi daya

Ada beberapa negara yang menjadi pesaing utama Indonesia dalam menghasilkan rumput laut kering. Salah satunya adalah Philipina. Sedangkan negara-negara yang menjadi pesaing produk olahan rumput laut adalah Chili, Kanada, Perancis, Spanyol, dan Jepang. Dilihat kondisi alam, Indonesia seharusnya dapat memproduksi rumput laut lebih banyak dari Filipina. Selain memiliki panjang pantai dan jumlah pulau yang

jauh lebih banyak, iklim perairan laut Indonesia jauh lebih “ramah” untuk budi daya rumput laut. Hal ini dapat dilakukan bila persyaratan sistem manajemen budi daya dan pengolahan pascapanen diperbaiki, selain tetap menjaga kualitas perairan tetap baik dan kondusif untuk lahan budi daya.

Pangsa pasar yang besar merupakan peluang sekaligus tantangan untuk pengembangan usaha budi daya rumput laut di Indonesia. Hingga saat ini pasar utama produk rumput laut Indonesia adalah Jepang, Hongkong, RRC, dan Denmark yang diperkirakan dapat menyerap lebih dari 50% dari total produksi rumput laut Indonesia. Perbaikan kualitas dimulai dari proses penanaman, pemeliharaan, penanganan hingga pengolahan hingga berstandar internasional; akan membuka peluang pasar di banyak negara. Selain itu menjaga kondisi lingkungan tetap baik, bebas dari bahan pencemar merupakan salah satu syarat mutlak untuk memenangkan persaingan.

Perdagangan internasional rumput laut mengalami peningkatan rata-rata 6% dari sisi *demand* dan 5% dari sisi *supply*. Kondisi ini menunjukkan kecenderungan harga rumput laut yang akan terus meningkat seiring berkembangnya pangsa pasar. Saat ini Cina adalah eksportir terbesar rumput laut dengan total produksi 27% rumput laut dunia. Pertumbuhan produksi rumput laut Cina didorong oleh permintaan dalam negeri yang juga meningkat pesat, terutama untuk industri makanan dan farmasi. Permintaan Jepang atas rumput laut Cina yang meningkat 25% pada tahun 2004 juga menjadi pemicu peningkatan produksi rumput laut Cina. Korea juga memiliki tingkat produksi rumput laut yang cukup tinggi, didorong oleh kebutuhan industri kosmetik dan farmasi dalam dan luar negeri.



Tabel 1.9 Eksportir rumput laut dunia

No	Ekspor 2004 (US\$)	Ekspor 2004 (Ton)	Unit Value (USD/Ton)	Share in World Export (%)
1.	Cina	656.632	678.743	7.91
2.	Rep. Korea	364.450	411.370	16.51
3.	Chilli	14.770	15.327	4.44
4.	Indonesia	190.979	205.706	8.26
5.	Phillipine	117.210	133.720	19.02
6.	Japan	68.386	31.278	14.47
7.	USA	396.615	409.850	2.76
8.	France	36.601	44.736	7.76
9.	Lainnya	36.601	44.736	7.76

Sumber : ITC, Diolah 2006

Saat ini, Indonesia tercatat sebagai salah satu produsen terbesar rumput laut dunia. Data terakhir *Food Agricultural Organization* (FAO) tahun 2015 menyebutkan rumput laut dari jenis *Euchema cottonii* menjadi penyumbang utama rumput laut dunia dengan produksi 8,3 juta ton pada tahun 2013. Sementara jenis *Gracilaria* tercatat 975.000 ton, masih berada di bawah produksi RRC yang menempati urutan pertama.

Pemerintah Indonesia terus mendorong untuk tumbuh dan berkembangnya produksi rumput laut Indonesia dengan memberikan berbagai suplemen yang dibutuhkan. Apalagi peluang pengembangan dan ketersediaan lahan dan sumber daya masih sangat besar. Selain memiliki peluang pasar yang besar, pemanfaatan dan penggunaannya semakin luas di berbagai sektor industri. Budi daya rumput laut pun tidak menimbulkan dan menghasilkan bahan pencemar lingkungan. Tidak perlu pakan, pupuk, obat-obatan, tidak memerlukan teknologi tinggi (*hitech*). Pengolahan pascapanen yang sederhana, mampu menyerap tenaga kerja dengan tingkat pendidikan paling rendah, dan masih ba-

nyak kemudahan dan keuntungan dalam pengembangan hasil laut ini. Saat ini dukungan pemerintah dalam pengembangan produk rumput laut sangat besar dan massif. Pembenahan di berbagai sektor dari hulu hingga hilir terus dilakukan. Hal itu sejalan dengan program pemerintah yang akan menjadikan Indonesia sebagai Poros Maritim Dunia. Pengembangan rumput laut menjadi salah satu *puzzle* yang terus dikembangkan agar dapat memberikan kontribusi maksimal untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir dan perekonomian negara dengan sumbangan devisanya. Produksi rumput laut diharapkan dapat menjadi salah satu solusi pengentasan kemiskinan di wilayah pesisir.



Gambar 1.5 Panen raya rumput laut oleh Menteri Kelautan RI
(Sumber: Buku Profil Rumput Laut Indonesia, Ditjen P. Budi Daya)



Produksi rumput laut nasional terus naik secara signifikan setiap tahun. Pada tahun 2014, produksinya tercatat mencapai 10,2 juta ton, naik hingga 300% dari tahun 2010 dengan 3,9 juta ton. Saat ini riset dan penelitian pengembangan budi daya rumput laut terus dilakukan, mulai dari perluasan areal tanam dengan memanfaatkan kolom air sebagai media tanam dengan budi daya vertikultur (*verticulture methods*) sampai dengan penerapan teknologi tinggi (*hitech*) dengan melakukan kultur jaringan dan rekayasa DNA untuk mencari rumput laut unggul dengan tingkat produksi yang tinggi, masa panen yang cepat, dan tahan terhadap perubahan lingkungan dan penyakit. Teknologi kultur jaringan dari jenis *E. cottonii* dan *Gracilaria* sp. saat ini telah dilakukan oleh Balai Besar Perikanan Budi Daya Laut (BBPBL) dan SEAMEO BIOTROP Bogor. Hasil kultur jaringan itu masih terus diuji coba. Hasil kultur jaringan pun telah didistribusikan ke berbagai daerah, seperti NTT, NTB, Aceh, Jawa Tengah, dan Banten.

Kerja sama harus terus dilakukan antar *stake holder*, melibatkan peneliti, pengusaha, pemerintah, dan pembudidaya. Hasil riset harus dapat diakses dan bisa diaplikasikan di lapangan. *Link and match* akan meningkatkan produksi dan daya saing rumput laut Indonesia di pasar internasional. Budi daya rumput laut seyogyanya berada dalam satu kawasan, selain untuk memudahkan koordinasi juga akan menghemat biaya produksi.

4 KIAM MENTERI SUSA KEMBANGKAN RUMPUT LAUT

Melalui program hilirisasi, Kementerian Kelautan dan Perikanan bertekad memperkuat posisi Indonesia sebagai pemain utama rumput laut dunia. Untuk mewujudkannya, pemerintah menyiapkan sejumlah langkah.

"Kita perlu memperkuat industri pengolahan rumput laut agar menjadi produk unggulan ekspor dan menopang ekonomi nasional."

— Susi Pudjiastuti
Menteri Kelautan dan Perikanan



1 TAX ALLOWANCE

30%

Keringanan Pajak Penghasilan (PPH) dari nilai investasi atau 5% per tahun selama 6 tahun.

2 BEBAS BEA MASUK

2015

Mulai diberlakukan untuk impor mesin bagi investasi baru atau perluasan.

3 PENGENDALIAN EKSPOR

2020

Diberlakukan untuk rumput laut mentah. Ekspor diarahkan ke rumput laut olahan.

4 KLASTERISASI INDUSTRI

3

Zona terintegrasi dari hulu ke hilir:
• I : Produsen
• II : Pasar dan penyedia sarana produksi
• III : Industri pengolahan



SUMBER: KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN (KKP)

SENTRA PENGEMBANGAN RUMPUT LAUT



Gambar 1.6 Kebijakan Kementerian KKP dalam pengembangan budi daya rumput laut

Sumber: Humas Ditjen Perikanan Budi Daya



1.7 DIBORONG CINA DAN SINGAPURA

Kualitas, kuantitas, dan kontinuitas produksi rumput laut Indonesia sudah mendunia dan tidak diragukan lagi. Hal itu diungkapkan oleh Direktur Jenderal Pengembangan Ekspor Nasional Kementerian Perdagangan, Nus Nuzulia Ishak (2/8), *“Dunia mengakui kualitas rumput laut Indonesia. Dari total ekspor rumput laut dunia, Indonesia mampu menjadi pemasok utama rumput laut dunia dengan pangsa sebesar 26,50 persen dari total 1,09 miliar dolar AS permintaan dunia.”*

Republik Rakyat Cina dan Singapura memborong rumput laut Indonesia dengan total kontrak dagang sebesar 58 juta dolar Amerika Serikat atau Rp 782,71 miliar. Sebuah angka yang sangat besar dan akan sangat membantu negara dalam mendatangkan devisa. Permintaan luar negeri itu diyakini akan terus meningkat setiap tahun seiring semakin luasnya penggunaan rumput laut di dunia, seperti untuk bahan baku makanan olahan, pakan hewan, pupuk, kosmetika, pengendali bahan pencemar, tekstil, dan sebagainya.

Kerja sama dan kolaborasi tidak hanya di tingkat nasional. Pemerintah juga mengembangkan kerja sama dengan Filipina sebagai salah satu produsen besar rumput laut. Diharapkan kawasan ASEAN menjadi basis produksi rumput laut dunia. Asosiasi Rumput Laut Indonesia (ARLI) dengan *Seaweed Industry Association of the Phillipines* (SIAP) akan menjadi mitra dalam pengembangan rumput laut. Berdasarkan data Kementerian Perdagangan, total ekspor rumput laut Indonesia tahun 2014 mencapai 226,23 juta dolar AS, di mana nilai tersebut

mengalami peningkatan sebesar 39,25 persen atas ekspor tahun 2013 yang tercatat sebesar 162,45 juta dolar AS (Republika.co.id, 10/07/15, 05/08/15).

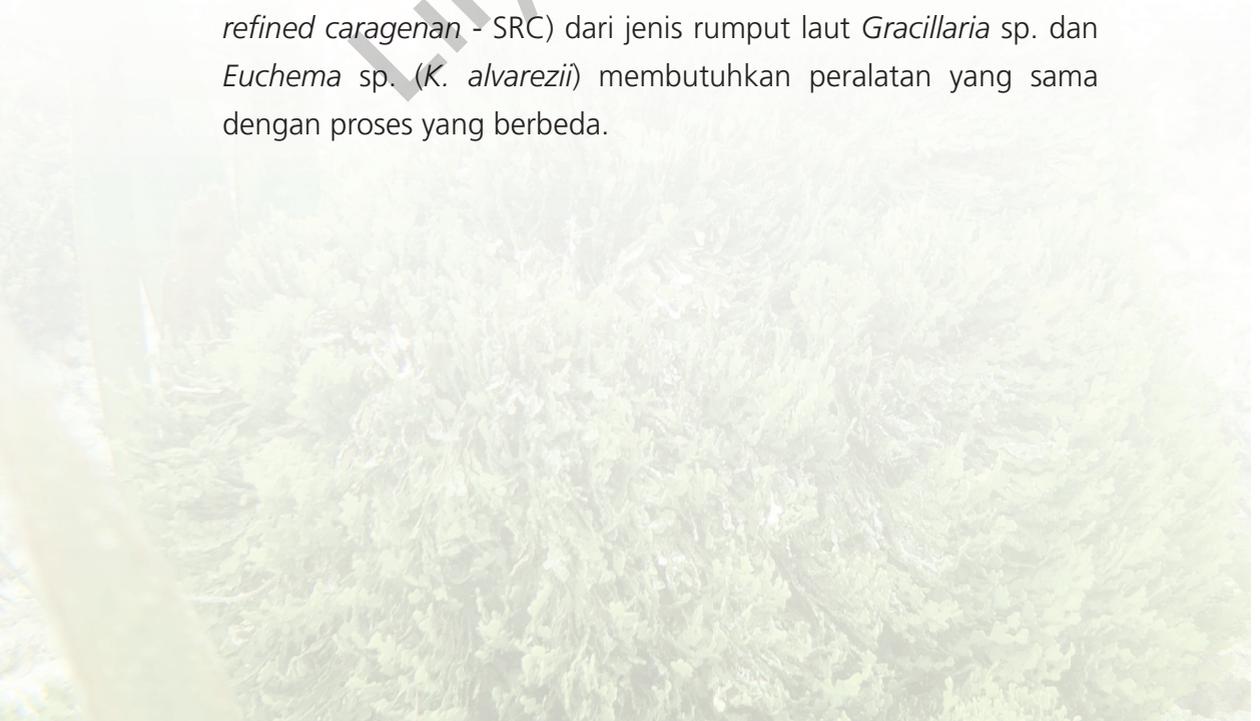
Salah satu masalah yang saat ini dapat mengganggu produksi rumput laut Indonesia adalah harga yang rendah, terutama saat panen raya. Hingga kini Indonesia masih mengekspor rumput laut dalam bentuk bahan mentah dengan nilai jual rendah. Saat ini sekitar 70%-90% rumput laut yang dihasilkan diekspor dalam bentuk kering, tanpa diolah, antara lain ke Cina, Filipina, Hongkong, Spanyol, Jepang, Amerika Serikat dan Denmark. Dari seluruh rumput laut yang diekspor, 80% adalah rumput laut basah dan 20% kering. Dibutuhkan terobosan dan industrialisasi untuk meningkatkan harga dan nilai tambah rumput laut Indonesia. Pembangunan industri pengolahan rumput laut diyakini akan memutus mata rantai ketidakstabilan harga sekaligus akan meningkatkan nilai jual rumput laut dari pembudidaya sehingga pengentasan kemiskinan dan keterbelakangan masyarakat pesisir dapat dilakukan.

Pengembangan industri pengolahan berbasis komoditas rumput laut juga sangat positif, paling tidak apabila dilihat dari beberapa alasan berikut:

1. Industri pengolahan rumput laut memiliki keberlanjutan (kontinuitas) yang sangat baik dan didukung oleh ketersediaan pasokan bahan baku yang baik, sehingga terhindar dari berbagai biaya kelangkaan bahan baku.
2. Industri pengolahan rumput laut memiliki potensi pasar yang sangat besar. Pemanfaatan rumput laut makin luas di berbagai sektor industri, antara lain industri makanan, minuman, kosmetik, cat, kertas, dan lainnya.



3. Ketersediaan lahan dan SDM yang cukup akan menjamin tidak terjadinya kelangkaan bahan baku rumput laut. Di sisi yang lain tidak banyak negara yang memiliki atau cocok untuk pengembangan kawasan budi daya rumput laut, mengingat usaha ini membutuhkan cahaya matahari yang cukup, arus yang baik dan bebas bahan pencemar serta jenis perairan yang relatif terlindung dari hempasan gelombang.
4. Industri pengolahan rumput laut ini dapat dilakukan oleh pelaku yang sama dengan pelaku budi daya rumput laut sehingga dapat memangkas rantai produksi dan menekan biaya sehingga dapat meningkatkan daya saing produk yang dihasilkan.
5. Industri pengolahan rumput laut dapat dikembangkan dalam skala kecil/mikro seperti usaha rumah tangga dan UMKM maupun dalam skala besar seperti industri padat modal dan teknologi.
6. Industri ini tidak membutuhkan peralatan dengan investasi tinggi dan tidak membutuhkan keahlian khusus.
7. Pengolahan bahan baku menjadi agar-agar dan karagenan (*semi refined caragenan* - SRC) dari jenis rumput laut *Gracillaria* sp. dan *Euchema* sp. (*K. alvarezii*) membutuhkan peralatan yang sama dengan proses yang berbeda.





Lily Publisher

BAB 2

PEMBUDIDAYAAN RUMPUT LAUT



Pemilihan lokasi untuk budi daya rumput laut menjadi salah satu faktor yang sangat penting untuk memastikan usaha yang dilakukan dapat sukses. Rumput laut, selain membutuhkan cahaya matahari yang baik, juga membutuhkan arus yang konstan, tidak terlalu kencang namun juga tidak terlalu lemah. Arus yang terlalu kencang dapat merusak rakit dan mematahkan thallus rumput laut yang dibudidayakan. Arus menjadi salah satu kunci keberhasilan usaha budi daya rumput laut mengingat usaha ini tidak diberi pupuk sehingga ketersediaan bahan anorganik untuk pertumbuhan rumput laut sangat bergantung pada alam yang didistribusikan oleh arus. Lokasi budi daya sebaiknya dilakukan di perairan yang bebas bahan pencemar dan jauh dari alur pelayaran, selain mudah diakses dan mudah dijangkau. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan sebelum memulai budi daya rumput laut antara lain pemilihan lokasi, pengadaan dan ketersediaan bibit, proses penanaman, pemeliharaan, dan panen.

2.1. PEMILIHAN LOKASI

Pemilihan lahan untuk budi daya rumput laut merupakan salah satu hal mendasar yang harus dilakukan untuk memulai budi daya rumput laut. Pemilihan lokasi yang tepat, sesuai dengan sifat dan kebutuhan rumput laut merupakan hal yang sangat penting karena berkait erat dengan kualitas dan kuantitas hasil produksi. Secara alami rumput laut hidup melekat pada pasir, karang ataupun substrat lain pada kedalaman 5 hingga 15 meter di bawah permukaan laut. Meskipun ada beberapa jenis yang memiliki kemampuan hidup hingga puluhan meter di bawah permukaan air laut, tetapi secara umum rumput laut hanya dapat



tumbuh normal beberapa meter di bawah permukaan laut. Hal ini berhubungan dengan kebutuhan rumput laut akan cahaya matahari untuk proses fotosintesisnya.

Salah satu syarat mutlak lokasi budi daya ini adalah perairan yang bersalinitas. Konsentrasi kadar garam atau salinitas yang dibutuhkan bervariasi, tergantung jenis rumput laut yang dibudidayakan. Secara umum kadar garam yang dibutuhkan sekitar 12–35%. Perairan dengan salinitas yang sangat rendah akan berpengaruh pada pertumbuhan. Bila kadar garam terlalu tinggi juga dapat menghambat pertumbuhan.

Pemilihan lokasi budi daya harus mempertimbangkan banyak hal, selain syarat ekologi juga penting diperhatikan masalah tata ruang. Kelayakan lokasi meliputi:

-  Bebas dari pengaruh angin topan dan ombak yang kuat, sebaiknya berada di bagian belakang pulau (*out ward*).
-  Mempunyai gerakan (arus) air yang cukup (20-40 cm/detik).
-  Memiliki dasar perairan berupa substrat kasar yang terdiri dari pasir dan karang serta bebas dari lumpur dan sedimentasi.
-  Jauh dari sungai besar yang berpotensi menurunkan kadar salinitas secara ekstrem.
-  Mempunyai kadar garam antara 28–34 per mil.
-  Saat surut terendah masih digenangi air sekurangnya 30 cm.
-  Suhu air (20°C–29°C) dengan fluktuasi harian tidak melebihi 3-5°C.
-  Kadar keasaman atau pH air antara 7–8.
-  Mengandung cukup sumber nutrient, baik makro maupun mikro, terutama nitrat dan fosfat.



- Bebas dari sumber pencemaran, seperti industri minyak, perkapalan dan limbah rumah tangga, dan pertanian.
- Jauh dari alur pelayaran dan aktivitas perikanan tangkap.
- Bebas dari predator seperti ikan, bulu babi, penyu, dan bintang laut.
- Dekat dengan pemukiman untuk memudahkan penanaman, pemeliharaan, dan pemanenan.
- Mudah dijangkau dan dekat dengan sarana transportasi seperti jalan untuk kelancaran proses produksi sampai ke pemasaran hasil.
- Memiliki sumber daya manusia dan tenaga kerja yang cukup.
- Bahan pendukung murah dan mudah diperoleh.

2.2. PENGADAAN DAN PENYEDIAAN BIBIT

Benih dapat diperoleh dengan mengambil stok yang ada di alam. Akan tetapi cara ini biasanya memiliki beberapa kelemahan, di antaranya stok rumput laut yang tersedia di alam sangat terbatas, memiliki kemampuan tumbuh lebih lambat dan tidak merata. Pada umumnya pembudidaya rumput laut mendatangkan benih dari beberapa daerah yang merupakan sentra penghasil rumput laut atau dari lembaga riset semacam BBPBL Lampung yang bisa menyediakan bibit unggul dari hasil kultur jaringan. Benih yang ditanam biasanya pada awal pemeliharaan difokuskan untuk stok bibit. Proses panen baru dapat dilakukan jika benih telah mencukupi. Umumnya pembudidaya rumput

laut di Indonesia akan menyisakan hasil panennya untuk ditanam pada periode berikutnya. Metode ini menguntungkan rumput laut sudah dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan, tidak mudah stress sehingga dapat tumbuh dengan baik. Namun demikian bibit yang demikian juga memiliki kerugian dan kelemahan. Bibit yang dipakai berulang-ulang cenderung memiliki laju pertumbuhan yang melambat. Jadi, jika memungkinkan sebaiknya selalu menggunakan bibit baru, baik dari hasil kultur jaringan atau pun bibit unggul lainnya. Bibit yang baik sebaiknya diambilkan dari thallus muda dan memiliki cabang yang banyak (rimbun).

Bibit yang baik memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Bibit masih muda, bersih dan segar, serta memiliki cabang yang banyak/rimbun.
2. Mempunyai nilai pertumbuhan harian (*daily growth rate*) yang tinggi. Bibit yang baik memiliki laju pertumbuhan harian $>2\%$ /hari ($>2\%$ /day).
3. Memiliki kondisi biologis yang baik sehingga mempunyai kadar kandungan karagenan yang tinggi agar nanti terjual dengan harga yang baik.
4. Bibit dipilih dan diambil dari stek ujung tanaman rumput laut yang unggul, yang masih muda dan segar.
5. Memiliki percabangan yang banyak (rimbun), memiliki warna thallus sesuai jenisnya, dan tidak ada spot atau *ice-ice*.



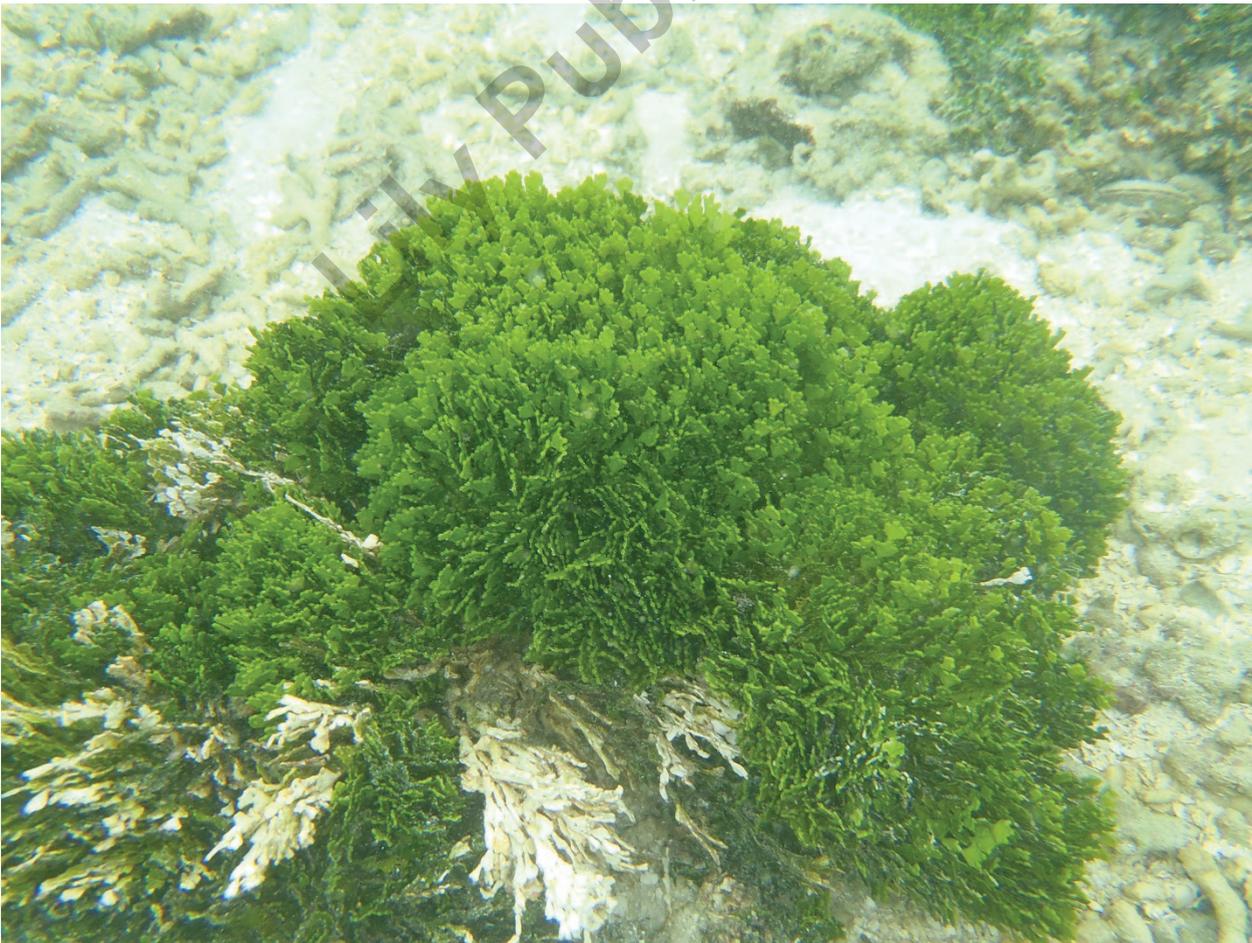
Gambar 2.1 Rumput laut *Gracilaria* sp.



Gambar 2.2 Rumput laut *E. cottonii*

2.3. PENANAMAN

Penanaman rumput laut sebaiknya dilakukan sore hari atau saat suasana matahari agak redup. Rumput laut yang ditanam sebaiknya diatur dengan jarak tanam yang ideal. Jarak tanam dapat mengacu pada beberapa hasil penelitian. Jarak tanam dan bobot awal penanaman berpengaruh pada laju pertumbuhan rumput laut. Hasil penelitian Pongarrang, dkk. (2013), pada metode vertikultur, jarak tanam terbaik adalah 40 cm dengan bobot awal bibit 100 gram. Menurut Herliany, dkk. (2016), makin lebar jarak tanam maka akan menghasilkan berat basah dan pertumbuhan relatif yang lebih besar. Jarak tanam 30 cm lebih baik daripada jarak tanam 20 cm dan 25 cm. Menurut Adam





(2011), jarak tanam terbaik adalah 15 cm dan bobot awal bibit 100 gram. Farman dan Ilham (2015) menyatakan bahwa jarak tanam berpengaruh pada pertumbuhan rumput laut. Jarak tanam terbaik adalah 120 cm daripada jarak tanam 30 cm, 45 cm, 75 cm, 90 cm dan bobot awal 100 gram pada budi daya *Sargassum* sp. dengan metode lepas dasar. Sementara menurut Darmawati (2013), rata-rata laju pertumbuhan harian pada kedalaman 50 cm (4,750%), lebih tinggi dibandingkan dengan laju pertumbuhan harian pada kedalaman 20 cm (4,427%), dan pada kedalaman 100 cm (3,892%).



2.4. PEMELIHARAAN



Gambar 2.3 Penimbangan, penyiangan dan pembersihan rumput laut dari substrat

2.5. PANEN

Rumput laut dapat dipanen setelah berumur 40–45 hari. Pada beberapa kasus rumput laut ada yang dipanen hingga umur 60 hari. Waktu pemanenan tergantung kebutuhan dan pangsa pasar. Ada beberapa pembudidaya yang enggan memanen saat harga sedang rendah, memilih untuk menunda pemanenan sampai harga kembali



normal sesuai keinginan. Berat rumput laut hasil panen akan lebih berat dari saat dipanen, 2–5 kali lipat dari bobot awal. Pertambahan berat ini bergantung pada beberapa faktor, seperti jenis rumput laut, asal bibit, musim, parameter lingkungan, dan lain sebagainya. Jenis *Gracilaria* sp. umumnya mampu bertumbuh yang lebih cepat dibanding jenis *Eucheama* sp. Bibit yang berasal dari kultur jaringan (bibit unggul lain), seperti hasil rekayasa teknologi, memiliki daya tumbuh yang lebih kuat. Rumput laut yang digunakan berulang-ulang sebagai bibit lama kelamaan akan mengalami kejenuhan sehingga pertumbuhannya melambat.

Pemanenan rumput laut pada air pasang adalah dengan mengangkat seluruh tanaman ke darat dan kemudian tali rafia pengikatnya dipotong. Namun, bila air sedang surut maka pemotongan dapat langsung dilakukan di area penanaman. Pemanenan sebaiknya dilakukan dengan memperhitungkan pasang surut. Lebih baik panen dilakukan saat air sedang surut karena akan menghemat biaya. Penggunaan perahu motor tentu memerlukan biaya untuk bahan bakar. Cuaca pun wajib diperhitungkan. Sebaiknya panen dilakukan saat cuaca cerah. Mendung dan hujan akan menurunkan kualitas rumput laut yang dipanen. Hasil panen sebaiknya dicuci sampai bersih dari kotoran dan substrat yang menempel. Kotoran dan substrat pada thallus akan menurunkan kualitas hasil panen. Hasil panen kemudian dijemur di atas para-para yang terbuat dari bambu. Hindarkan dari kotoran, baik pasir, tanah, dan lain sebagainya.



Usia panen menentukan rendemen yang dihasilkan. Hasil panen yang dilakukan pada usia tanaman 1 bulan akan menghasilkan rendemen dengan perbandingan berat basah dan kering 8:1. Sedangkan, hasil panen dengan umur tanam 2 bulan akan menghasilkan rendemen yang lebih baik dengan perbandingan berat basah dan berat kering 6:1. Sebelum pemanenan dilakukan terlebih dahulu harus dipersiapkan peralatan dan tenaga pelaksananya. Alat dan bahan yang diperlukan saat panen adalah:

- 🌿 Sumber daya manusia atau tenaga kerja.
- 🌿 Perahu (untuk mengangkut hasil panen) jika diperlukan.
- 🌿 Alat ukur berat (timbangan).
- 🌿 Para-para untuk menjemur hasil panen.
- 🌿 Karung tempat rumput laut kering dan tali pengikatnya.
- 🌿 Gudang untuk tempat penyimpanan rumput laut.

Sangat baik jika pembudidaya rumput laut diberi pelatihan pengolahan rumput laut, agar saat panen tiba, dan harga jatuh maka mereka dapat mengolahnya menjadi bahan olahan. Selain memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi, hasil olahan membutuhkan ruang penyimpanan yang jauh lebih kecil dan dapat disimpan dalam waktu lebih lama.



Gambar 2.4 Pemanenan rumput laut



Umumnya pembudidaya rumput laut di Indonesia mengolah hasil panennya hanya sampai pada pengeringan saja. Hasil panen dijemur beberapa hari hingga kering dengan kadar air 10-15%, tergantung spesifikasi dan pemesanan. Pengolahan rumput laut hingga menjadi barang jadi atau bahan baku masih jarang ditemukan di kalangan pembudidaya. Keterbatasan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi salah satu kendala. Padahal untuk mengolah rumput laut *Gracilaria* sp. menjadi agar-agar kertas ataupun agar-agar bubuk dapat dilakukan dengan mudah. Bahkan pengolahan *Eucheuma* sp. menjadi karagenan atau pun *Semi Refined Caragenan* tidak sulit dilakukan. Namun demikian usaha ini masih sangat jarang dilakukan pada tingkat industri kecil skala rumah tangga atau usaha mikro. Pengolahan ini kebanyakan dilakukan oleh pabrik besar dan padat modal.

Langkah pengolahan rumput laut menjadi rumput laut kering adalah sebagai berikut:

1. Rumput laut hasil panen dicuci, dibersihkan dari kotoran yang menempel, seperti pasir, batu-batuan, biota penempel dan sedimen.
2. Setelah bersih, rumput laut dijemur di atas para-para sampai kering. Bila cuaca baik, penjemuran hanya membutuhkan waktu 2-4 hari saja.
3. Untuk mendapatkan hasil yang berkualitas tinggi, rumput laut dijemur di atas para-para di lokasi yang tidak berdebu dan tidak boleh bertumpuk. Sebaiknya disiapkan plastik/terpal sebagaiantisipasi bilamana tiba-tiba hujan datang sehingga dapat segera ditutup.
4. Rumput laut yang kering ditandai dengan keluarnya garam.
5. Rumput laut yang telah kering dan bersih kemudian dimasukkan dalam karung goni atau karung plastik.

Pembudidaya rumput laut menjual hasil panennya dalam bentuk rumput laut kering dengan kadar garam tertentu sesuai kebutuhan dan pangsa pasar. Agar harga jual tetap tinggi, rumput laut harus memenuhi standar mutu. Rumput laut yang akan dijual harus memenuhi berbagai kriteria. Ada banyak acuan yang dapat dijadikan tolok ukur. Rumput laut yang baik harus memenuhi syarat seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kualitas air untuk rumput laut

Syarat	Kandungan
Kandungan kadar Air Maksimal (%)	20 – 32
Benda Asing Maksimal *) (%)	2 – 5
Bau	Spesifik rumput laut

*) Benda asing dapat berupa pasir, garam, patahan karang, dan potongan kayu









Lily Publisher

BAB 3

METODE BUDI DAYA RUMPUT LAUT



3.1. BUDI DAYA RUMPUT LAUT METODE RAKIT

Metode rakit apung adalah cara budi daya rumput laut menggunakan rakit yang terbuat dari bambu atau kayu. Metode ini cocok diterapkan pada perairan berkarang di mana pergerakan air didominasi oleh ombak. Ukuran rakit bervariasi, tergantung ketersediaan material dan kebutuhan. Ukuran rakit dapat disesuaikan dengan kondisi perairan, tetapi sebaiknya tidak terlalu besar untuk memudahkan perawatan rumput laut yang ditanam.

Budi daya rumput laut menggunakan rakit biasanya dilakukan oleh pembudidaya rumput laut di daerah yang memiliki sumber daya bambu yang cukup. Bambu yang dipergunakan biasanya berdiameter 10–20 cm, panjang 5–10 meter. Sebenarnya saat ini budi daya menggunakan rakit sudah banyak ditinggalkan karena biaya operasional yang tinggi. Sebenarnya beberapa penelitian menunjukkan produksi rumput laut dari metode rakit memberikan hasil yang baik. Pertumbuhan rumput laut yang dibudidayakan dengan metode rakit lebih baik dari pertumbuhan rumput laut yang dibudidayakan dengan metode lepas dasar dan rawai panjang.

Untuk menahan agar rakit tidak hanyut terbawa arus maka digunakan jangkar dan patok. Jangkar dan rakit dihubungkan oleh tali yang cukup besar agar tidak putus ($PE > 10$ mm). Untuk menghemat area dan memudahkan pemeliharaan, beberapa rakit dapat digabung menjadi satu. Masing-masing rakit diberi tali sebagai tempat untuk mengikat



bibit yang akan ditanam. Bibit yang ditanam diikat dengan bobot awal 50–150 gram. Berat awal bibit dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan stok bibit yang tersedia dan lama penanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat bobot awal rumput laut berpengaruh terhadap laju pertumbuhannya.

Laju pertumbuhan rumput laut yang dibudidayakan menggunakan metode rakit apung umumnya lebih baik daripada rumput laut yang dibudidayakan menggunakan metode lepas dasar karena pengaruh pergerakan air dan intensitas cahaya yang lebih memadai untuk mendukung pertumbuhan rumput laut yang dibudidayakan. Metode ini membuat pemeliharaan rumput laut relatif lebih mudah karena terbebas dari biota pengganggu seperti bulu babi, bintang laut, dan biota lain.

Metode rakit memiliki beberapa keunggulan dibanding metode lain, di antaranya laju pertumbuhan cenderung lebih baik, mudah dalam pemeliharaan, bebas dari beberapa hama pengganggu (bintang laut), bebas dari sedimen dan substrat akibat pengadukan (*mixing*) dasar perairan. Namun demikian, metode ini juga memiliki kekurangan, yaitu biaya lebih mahal, dan waktu untuk pembuatan sarana budi daya lebih lama. Bagi rumput laut yang dibudidayakan, tanaman terlalu dekat dengan permukaan air sehingga sering muncul ke permukaan air, terutama saat laut kurang berombak. Tanaman yang muncul ke permukaan air dalam waktu lama dapat menyebabkan cabang tanaman menjadi pucat karena kehilangan pigmen dan akhirnya mati. Perubahan suhu dan salinitas yang drastis pun dapat mengakibatkan kerusakan pada thallus rumput laut yang dibudidayakan.



Agar efisien dan efektif, rakit yang digunakan hendaknya tidak terlalu besar. Ukuran rakit disesuaikan dengan ketersediaan bambu atau kayu. Satu rakit dapat berukuran 5 x 2,5 m, yang dipasang secara paralel. Satu unit usaha terdiri atas beberapa unit rakit yang didesain sedemikian rupa. Satu unit usaha dapat terdiri dari 10–20 unit rakit yang terhubung satu sama lain. Jika sumber daya manusia dan dana mencukupi, dan lahan yang tersedia pun cukup luas, pembudidaya dapat membuka beberapa unit usaha sekaligus.

Pada masing-masing rakit dapat dipasang beberapa tali sebagai tempat mengikat rumput laut yang dibudidayakan. Jumlah rumpun yang ditanam tergantung pada jarak tanam. Semakin dekat jarak tanam, semakin banyak jumlah rumpun yang dapat ditanam. Satu rakit dengan 20–25 tali dengan jarak tanam 20 cm akan memerlukan 250–300 rumpun. Dengan demikian dalam satu unit usaha dengan 10–20 rakit terdapat 2500–6000 rumpun dan jumlah bibit yang digunakan berkisar antara 125–600 kg.

Bahan yang dibutuhkan untuk membangun satu unit rakit adalah bambu dengan diameter >10 cm sebanyak 4 batang (panjang 5 m), tali jangkar PE (10 mm) sepanjang 4–5 meter, tali PE (3–5 mm) 150–200 meter, jangkar dari besi tahan karat atau cor semen untuk tambatan. Bibit rumput laut 10–25 kg, gergaji, bor, parang, perahu, dan satu set para-para untuk tempat penjemuran.



Gambar 3.1 Aplikasi desain metode rakit pada metode vertikultur

3.2. METODE BUDI DAYA RUMPUT LAUT LEPAS DASAR

Metode selanjutnya adalah metode budi daya lepas dasar. Metode ini paling sedikit membutuhkan sumber daya. Metode lepas dasar tidak membutuhkan biaya untuk membuat rakit atau pun pemeliharaan karena rumput laut ditanam di dasar perairan. Rumput laut diikatkan pada tali yang dipasang pada patok/tiang. Pada metode lepas dasar, yang harus diperhatikan adalah pemilihan lokasi. Perairan yang digunakan untuk budi daya rumput laut dengan metode lepas dasar



adalah perairan yang tidak pernah kering meski saat surut terendah. Harus ada kolom air dalam jumlah yang cukup dengan kedalaman minimal 30 cm sehingga rumput laut yang dibudidayakan selalu berada di dalam air. Lokasi yang kering seluruhnya saat air surut sebaiknya dihindari. Upayakan agar rumput laut jangan terlalu lama terpapar sinar matahari di saat tidak terendam air laut. Jika di saat surut rumput laut muncul ke permukaan, tidak terendam air laut, lalu turun hujan, hal tersebut akan berakibat buruk bagi perkembangan rumput laut yang dibudidayakan. Keterbatasan lahan selalu menjadi kendala pada metode ini. Lahan yang landai dengan dasar perairan yang berpasir atau berbatu sangat sulit ditemukan. Jika pun ada, luasnya pasti sangat terbatas, dan umumnya sudah dimanfaatkan untuk usaha lain.

Metode ini sangat cocok diterapkan pada tambak (*pond*) ikan dan udang sebagai monokultur ataupun polikultur. Metode dasar merupakan metode yang sangat cocok untuk budi daya rumput laut karena lebih mudah dikelola dan dikontrol. Budi daya yang dilakukan di tambak akan mirip dengan budi daya seperti teknik pertanian lain. Pada kasus ini budi daya rumput laut juga memerlukan pemupukan sebagai sumber nutrisi untuk perkembangannya. Pupuk yang digunakan adalah pupuk nitrogen, fosfat, dan kalium.

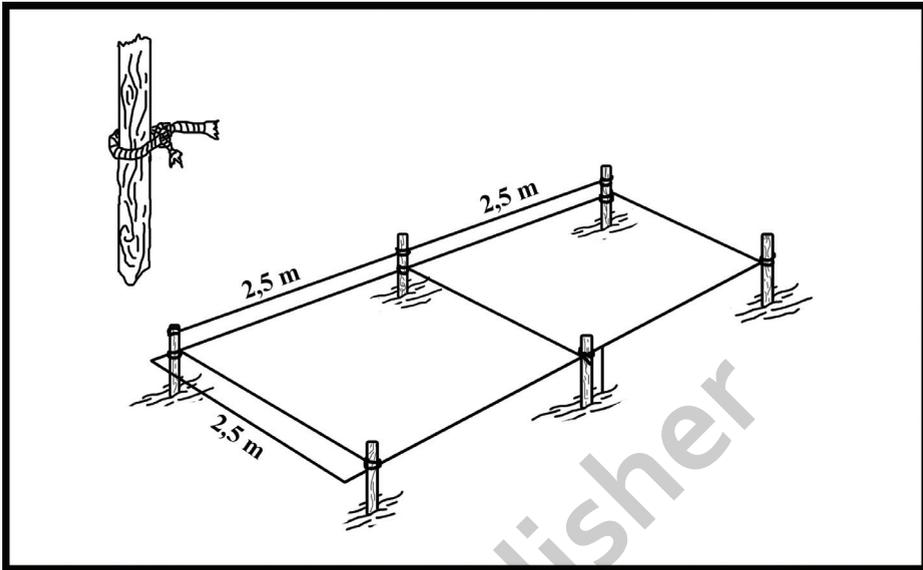
Beberapa kendala yang mungkin dijumpai pada budi daya dengan metode lepas dasar antara lain adalah kesulitan dalam membuat tiang pancang/patok jika dasar perairan berupa batu karang. Jika usaha dilakukan di tambak, dalam pembuatan tiang/patok dapat dilakukan tanpa mengalami kesulitan. Kendala yang mungkin timbul adalah



serangan hama dan predator karena letak kultivan yang dibudidayakan sangat dekat dengan dasar perairan (+/- 30 cm). Kebutuhan pupuk juga menjadi persoalan tersendiri dari sisi finansial.

Budi daya rumput laut dengan metode lepas dasar jauh lebih mudah dilakukan dibanding budi daya rumput laut dengan metode lain. Pembudidaya cukup membuat patok pada kedua sisi kemudian menghubungkannya dengan tali (PE) dengan ukuran tertentu (3–5 mm). Letak kultivan harus diupayakan sejauh mungkin dari dasar perairan, meski juga tidak terlalu dekat dengan permukaan. Fluktuasi kondisi lingkungan terutama suhu dan salinitas, sangat berpengaruh terhadap rumput laut yang dibudidayakan. Jarak antar tali dapat diatur sesuai kebutuhan, 20–30 cm adalah jarak yang disarankan. Jarak tanam berpengaruh pada hasil panen dan jumlah bibit yang dibutuhkan.

Bahan dan peralatan yang dibutuhkan untuk budi daya rumput laut dengan metode ini untuk lahan 500–700 m² antara lain patok kayu gelam dengan panjang 1–1,5 meter sebanyak 250–300 batang, tali rentang (PE 4 mm) sepanjang 800–900 m, tali (PE 6–8 mm) sepanjang 600–700 m, tali raffia secukupnya, dan bibit rumput laut dengan berat 600–1200 kg. Peralatan lain yang dibutuhkan adalah gergaji, godam, parang, para-para satu unit untuk menjemur hasil panen, terpal untuk menutup hasil panen bila hujan turun pada proses penjemuran, dan gudang untuk menyimpan hasil panen.



Gambar 3.2 Metode lepas dasar



Gambar 3.3 Metode lepas dasar
 (Sumber: rumputlaut-info.blogspot.com)



Gambar 3.4 Metode lepas dasar
(Sumber: rumputlaut-info.blogspot.com)

3.3. METODE BUDI DAYA RUMPUT LAUT RAWAI PANJANG/*LONG LINE*

Budi daya rumput laut dengan metode rawai panjang (*long line*) adalah metode budi daya rumput laut yang saat ini paling populer dan banyak digunakan oleh pembudidaya rumput laut. Selain praktis, metode ini mudah diterapkan, tidak membutuhkan biaya yang banyak, mudah dalam pembuatan dan pemeliharaan. Material yang digunakan pada metode ini relatif tahan lama. Bentang tali pada metode ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan ketersediaan lahan. Umumnya bentang tali budi daya rawai panjang antara 50–100 meter. Bahkan pada beberapa lokasi budi daya, bentangan tali dapat sampai ratusan meter. Kondisi ini dapat saja dilakukan sepanjang tidak mengganggu kepentingan lain, seperti jalur pelayaran. Pada kedua ujung rawai dipasang pelampung utama yang cukup besar, yang dilengkapi jangkar



untuk memastikan rawai tetap berada pada posisinya, tidak terbawa arus. Setiap tali rawai dilengkapi pelampung kecil yang dibuat dari botol bekas minuman kemasan atau *styreofoam*. Jarak antar pelampung kecil disesuaikan kebutuhan. Sebagai rekomendasi, sebaiknya setiap jarak 2,5–5 meter dipasang pelampung kecil.

Pemasangan dan desain metode ini sebaiknya sangat memperhatikan arah arus. Tali rawai panjang sebaiknya searah dengan arah arus. Kondisi ini dibuat untuk menghindari terjadinya tali yang saling berhimpit satu sama lain. Jika hal itu terjadi, maka jarak rumput laut yang dibudidayakan pun akan berhimpitan. Kondisi yang demikian tentu akan mengganggu pertumbuhannya.

Bibit yang ditanam selain harus baik, bebas dari hama, dan penyakit, juga harus memiliki cabang yang banyak. Cabang yang banyak membuat pertumbuhan menjadi lebih cepat. Berat bibit yang ditanam disesuaikan dengan kebutuhan. Berat awal 50–150 gram dapat dijadikan acuan untuk memulai usaha budi daya rumput laut. Jarak tanam rumput laut juga menyesuaikan dengan kebutuhan. Jarak tanam 25 cm adalah jarak tanam terendah yang direkomendasikan. Jarak tanam > 25 cm dapat dipilih karena semakin jauh jarak tanam maka kecukupan cahaya matahari dan nutrient untuk semua rumpun yang dibudidayakan lebih terjamin. Jarak antar tali ris 50–75 cm. Dalam satu unit setidaknya terdapat 4–6 tali ris. Sebaiknya antar unit diberi jarak yang cukup untuk memudahkan pengontrolan dan pemeliharaan. Jarak yang ideal antar unit 100–125 cm. Dengan jarak tersebut perahu/sampan yang digunakan untuk penyiangan, pengontrolan, dan pemanenan dapat masuk dengan aman tanpa mengganggu tali rawai yang dipasang.

Dalam areal 5000 m² akan dijumpai setidaknya 60–80 tali rawai dengan jumlah rumpun 450–550 titik. Bibit yang dibutuhkan untuk satu areal tanam setidaknya 2000–3000 kg. Bahan dan peralatan yang digunakan dalam budi daya rumput laut dengan metode rawai panjang adalah tali nylon (PE 4 mm) 400–450 meter, tali jangkar (PE 6–8 mm) 150–200 meter, jangkar tancap atau karung secukupnya, pelampung besar, pelampung kecil dari bekas botol minuman dalam kemasannya, perahu 1 unit, timbangan kapasitas 50–100 kg, waring, para-para untuk pejemuran, pisau, parang, bibit rumput laut, dan karung.



Gambar 3.5 Metode Rawai Panjang / Long Line

(<http://www.alamikan.com/2014/05/cara-budidaya-rumput-laut-metode-apung.html>)





Lily Publisher

BAB 4

BUDI DAYA VERTIKULTUR DENGAN JARING KANTONG



Para pembudidaya rumput laut mengenal beberapa metode budi daya rumput laut, seperti metode lepas dasar, metode rakit, dan metode rawai panjang. Ketiga metode tersebut umumnya sudah dikenal dengan baik oleh para pembudidaya.

Namun demikian perkembangan metode budi daya rumput laut masih dirasa kurang. Inovasi dalam teknik dan budi daya rumput laut masih jarang dilakukan. Metode yang digunakan saat ini memiliki beberapa kelemahan dalam aplikasinya di lapangan, antara lain rawan serangan hama dan penyakit, fluktuasi suhu, salinitas dan pH air; tidak bisa dikembangkan di lahan budi daya dengan ombak, gelombang dan arus yang besar; serta ketersediaan lahan yang "cocok" sangat terbatas.

Berangkat dari hal tersebut di atas diperlukan terobosan untuk dapat melakukan budi daya rumput laut dengan lebih baik. Budi daya vertikultur dengan metode jaring kantong merupakan metode alternatif yang dapat mengatasi permasalahan tersebut di atas, sekaligus memacu dan meningkatkan produksi rumput laut.

Metode budi daya rumput laut vertikultur dengan jaring kantong akan dijelaskan selengkapnya pada bagian ini, lengkap dengan metode dan hasil penelitiannya. Metode ini diharapkan dapat diterapkan dan menjadi prototipe untuk budi daya rumput laut di seluruh Indonesia, terutama untuk kawasan yang memiliki lahan terbatas untuk budi daya rumput laut, lahan yang terlindung dari ombak besar.

Ada beberapa media yang dapat digunakan dengan metode vertikultur dengan jaring kantong, seperti menggunakan rakit dan rawai panjang (*long line*). Pada bagian ini akan dijelaskan hasil penelitian budi daya rumput laut dengan metode vertikultur menggunakan media rakit. Jenis



rumpun laut yang dibudidayakan adalah *Euchema cottonii* dan *Gracilaria* sp. dengan jarak tanam 70 cm (vertikultur) dan diberi kode Budi Daya Rumput Laut (BRL) dengan sepuluh (10) level kedalaman (*dept level*) dan diberi kode BRL 1–BRL 10. Jarak tanam horizontal 40 cm. Berat awal rumpun rumput laut yang ditanam 75 gram. Selengkapnya hasil penelitian budi daya rumput laut dengan metode vertikultur disajikan pada Subbab 4.7.

4.1. PEMBUATAN RAKIT BUDI DAYA RUMPUT LAUT

Budi daya rumput laut vertikultur memiliki kesamaan dengan metode lainnya, baik yang menggunakan rakit atau pun rawai panjang (*long line*). Perbedaannya, pada metode lain, kultivan ditanam pada bagian permukaan saja (satu level kedalaman), sementara pada vertikultur, kultivan dibudidayakan dengan berbagai level kedalaman sesuai dengan kondisi perairannya. Pada penelitian ini digunakan metode rakit bambu untuk mempermudah pengawasan, pemeliharaan, dan pemanenannya.

Bambu yang digunakan adalah bambu raja yang berukuran besar dengan kulit yang tebal. Sebaiknya bambu berdiameter 10–20 cm dan sudah tua. Semakin baik kualitas bambu yang digunakan maka akan semakin baik kualitas rakit yang dihasilkan. Rakit yang baik dapat dipergunakan untuk beberapa kali penanaman/panen (Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Bambu yang dipergunakan

Rakit untuk budi daya vertikultur ini didesain dengan ukuran 300x300 cm. Ukuran ini sengaja dipilih untuk memudahkan pembuatan, pengangkutan, perakitan, dan pemeliharaan rumput laut yang dibudidayakan. Di lapangan, rakit dapat dibuat dengan ukuran yang lebih besar disesuaikan dengan kemampuan dalam pembuatan, pengawasan, pemeliharaan, dan pemanenan rumput lautnya. Metode penanaman menggunakan rawai panjang/*long line* pun dapat diaplikasikan untuk metode vertikultur dengan menambahkan pelampung secukupnya.

Bambu dipotong dengan ukuran sesuai kebutuhan. Rakit didesain sedemikian rupa agar kuat menghadapi gelombang dan arus yang kuat, karena rakit akan ditempatkan pada perairan dengan arus dan gelombang yang kuat, yaitu di perairan terbuka yang langsung menghadap ke laut lepas.



Gambar 4.2. Merakit bambu

Rakit sebaiknya dibuat di tepi pantai untuk memudahkan pemasangannya di lokasi budi daya. Bila rakit dibuat di darat maka akan sulit untuk membawanya ke laut lepas. Jika dibuat di laut lepas, sulit merakitnya. Setelah selesai dirakit, rakit bambu dibawa ke laut lepas dengan ditarik perahu. Rakit dibawa saat pasang naik agar rakit dapat dibawa dengan cara ditarik. Setelah berada di lokasi yang cocok dan

tepat, rakit diberi jangkar agar tidak terbawa arus. Penentuan lokasi budi daya hendaknya memperhatikan beberapa parameter lingkungan yang sesuai dengan jenis rumput laut yang dibudidayakan.

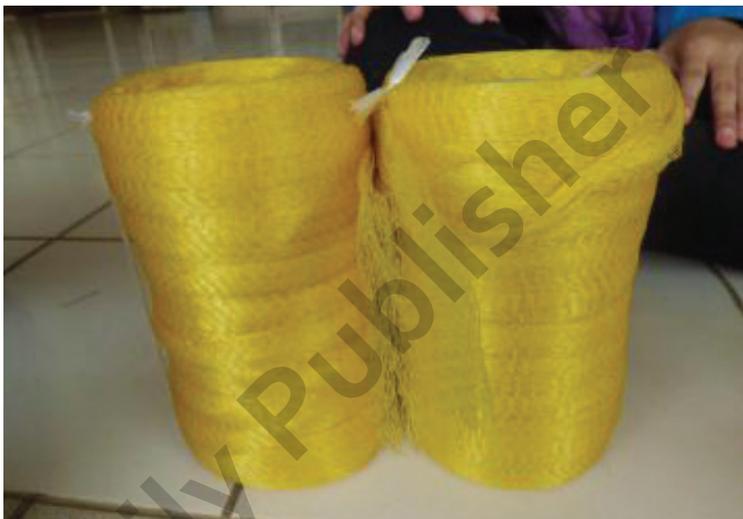


Gambar 4.3 Rakit bambu dipasang di laut lepas

4.2. PEMBUATAN RAK VERTIKULTUR

Masing-masing rakit diharapkan mampu menampung 10–20 rak bertingkat (BRL-Budi Daya Rumput Laut) berdasarkan tingkat kedalaman (*dept level*). Jarak tanam dapat disesuaikan dengan kondisi dan parameter lingkungan perairan. Rak bertingkat (BRL) yang digunakan juga didesain khusus dengan menempatkan wadah jaring atau jaring

kantong (*net pocket*) dengan jarak tanam yang diatur sedemikian rupa agar tidak menghalangi cahaya matahari. Jaring kantong digunakan untuk menghindari patahnya thallus akibat arus/gelombang yang besar dan melindungi rumput laut dari predator (ikan dan penyu). Pada perairan di mana tidak ada predator dan gelombang tidak terlalu besar, penggunaan jaring kantong bukanlah keharusan.



Gambar 4.4 Rol bahan jaring kantong

Jaring kantong dibuat dari nilon halus dengan mess size 1–2 cm (Gambar 4.4). Jaring digunting dengan panjang 60–70 cm. Jaring yang telah siap kemudian diikat pada tali (PE) (Gambar 4.5 dan 4.6) dengan jarak 70 cm. Ujung tali dipasang pemberat +/- 300 gram. Bahan limbah seperti cangkir/botol plastik minuman dalam kemasan dapat digunakan sebagai pemberat. Berat yang sama pada pemberat akan mencegah kusutnya tali vertikultur akibat gelombang dan arus.



Gambar 4.5 Pemotongan jaring kantong



Gambar 4.6 Tali PE yang digunakan



Gambar 4.7 Pembuatan rak vertikultur

Sebelum bibit dimasukkan dalam jaring, bibit ditimbang dulu, 75 gram. Bibit yang sudah dimasukkan dalam jaring kemudian dibawa ke perahu untuk selanjutnya ditanam di rakit yang telah disiapkan (Gambar 4.7). Sebaiknya berat bibit awal tidak lebih dari 100 gram. Hasil penelitian menunjukkan bobot awal 50, 75, dan 100 baik untuk digunakan.

Bibit yang sudah siap ditanam kemudian diangkut menggunakan perahu ke lokasi yang telah ditentukan.

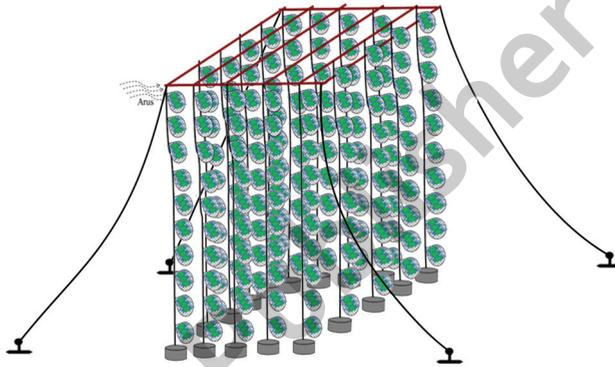


Gambar 4.8 Bibit *Gracilaria* sp.



Gambar 4.9 Pengangkutan bibit yang akan dibudidayakan

Desain budi daya rumput laut vertikultur dengan model jaring kantong memiliki beberapa keunggulan yang diharapkan dapat mengatasi berbagai permasalahan dalam budi daya rumput laut, seperti keterbatasan lahan, gelombang dan arus yang sangat kuat, dan fluktuasi parameter lingkungan (suhu dan salinitas) yang berubah drastis/cepat. Desain rakit bertingkat model jaring kantong dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Desain budi daya rakit bertingkat dengan model jaring kantong

4.3 PENANAMAN RUMPUT LAUT

Rumput yang ditanam sebaiknya berasal dari lokasi yang dekat dengan sumber bibitnya agar terjamin kualitasnya, dan tidak rusak akibat pengangkutannya. Jika jarak sumber bibit dan lokasi budi daya jauh, sebaiknya rumput laut diberi perlakuan khusus untuk menjaga kesehatannya.



Gambar 4.11 Proses pemindahan rumput laut dari kapal ke rakit budi daya

Penanaman sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari agar aklimatisasi berlangsung dengan baik. Bibit rumput yang akan ditanam dimasukkan ke dalam jaring kantong yang telah disiapkan pada masing-masing tingkatan rak vertikultur yang telah didesain sedemikian rupa (Gambar 4.11, 4.12, dan 4.13).



Gambar 4.12 Rumput laut yang sudah ditanam



Gambar 4.13 Tampak atas rakit yang sudah selesai ditanam



4.4. PEMELIHARAAN DAN PENYIANGAN

Rumput laut yang telah ditanam sebaiknya dipelihara, dilihat dan dianalisis pertumbuhannya. Pemeliharaan sebaiknya dilakukan secara periodik dan kontinu. Substrat, biota, dan gulma yang menempel atau tersangkut dirakit dan jaring kantong harus dibersihkan agar pertumbuhan rumput laut dapat maksimal. Cahaya matahari dan nutrisi tidak boleh terhalang oleh substrat yang menempel. Pada minggu pertama pemeliharaan, jika ada bibit yang rusak atau pun terlepas, dapat diganti dengan yang baru.

4.5. PENIMBANGAN

Penimbangan rumput laut dilakukan setiap minggu guna memantau pertumbuhan rumput laut yang ditanam. Rumput laut yang berada di dalam jaring kantong diambil untuk kemudian ditimbang menggunakan timbangan elektrik. Penimbangan dilakukan sebanyak tujuh kali selama budi daya. Pertumbuhan berat rumput laut dicatat dan dianalisis untuk mengetahui laju pertumbuhan harian dan laju pertumbuhan mutlak (Gambar 4.14).



Gambar 4.14 Penimbangan rumput laut pada minggu ke-0

4.6. PEMANENAN

Rumput laut dipanen pada umur 42–60 hari. Pada usia tersebut diperkirakan kandungan agar dan karagenan yang terdapat di rumput laut yang dibudidayakan berada dalam jumlah yang optimum. Umur tanam biasanya menyesuaikan dengan jenis rumput yang ditanam. Ada beberapa jenis yang dapat mencapai kualitas optimum pada umur 42 hari dan 49 hari. Jenis yang lain baru pada umur 60 hari mencapai kualitas yang dikehendaki.



Selain umur tanaman, pembudidaya rumput laut juga harus memperhatikan kondisi cuaca dan harga. Panen raya sebaiknya dilakukan saat cuaca tidak sedang hujan karena air hujan akan menurunkan mutu rumput laut. Harga saat panen pun perlu dipertimbangkan. Saat harga turun akibat stok melimpah, panen seyogyanya ditunda hingga harga membaik. Bila pembudidaya tetap memanen meski harga sedang turun, maka dia kan mendapat nilai jual yang rendah.

Untuk proses pengeringan rumput laut dibutuhkan waktu 3–5 hari bilamana kondisi cuaca baik. Kandungan kadar air minimum untuk rumput laut kering sekitar 10%–30%.

4.7. HASIL RISET DAN PENELITIAN BUDI DAYA RUMPUT LAUT VERTIKULTUR

Hasil penelitian budi daya rumput laut secara vertikultur menunjukkan hasil yang cukup mengembirakan. Ada dua jenis rumput laut yang dibudidayakan dengan metode ini, yaitu *Gracilaria* sp. yang merupakan penghasil agarofit dan *E. cottonii* (*K. avarezii*) sebagai sumber karagenan.

4.7.1. Budi Daya Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Rumput laut *Gracilaria* sp. adalah jenis rumput laut penghasil agar-agar. Kebutuhan akan jenis rumput laut ini semakin meningkat setiap tahun. Hal ini sebagai akibat semakin meningkatnya volume pemakaian dan



makin meluasnya pemakaian agar-agar pada berbagai sektor. Budi daya *Gracilaria* sp. menggunakan metode vertikultur ini dilakukan di perairan Pulau Kelagian Propinsi Lampung pada September hingga November 2016. Lama penanaman 42 hari atau 6 minggu.

4.7.1.1. Rancangan Penelitian

Gracilaria sp. dibudidayakan dengan melakukan penanaman rumput laut menggunakan metode vertikultur berdasarkan kombinasi level kedalaman (*depth level*) hingga 10 level. Masing-masing level diberi kode BRL (Budi daya Rumput Laut) dari BRL 1 hingga BRL 10. BRL 1 adalah rumput laut yang dibudidayakan dekat/di permukaan, sedangkan BRL 10 adalah jenis yang ditanam pada level terdalam. Jarak tanam antara BRL 1 dan BRL 2 adalah 70 cm (vertikal) dan jarak antar tali 40 cm (horizontal). BRL 1 ditanam di bagian permukaan (kedalaman 0 cm) dan kedalaman terdalam pada BRL 10 (kedalaman 630 cm). Bibit *Gracilaria* sp. dimasukkan dalam jaring kantong (*net pocket*), dalam satu unit terdapat 10 kedalaman (BRL 1–BRL 10). Terdapat 40 unit (ulangan) dalam penelitian ini. Jaring kantong digunakan untuk melindungi rumput laut dari predator dan menahan arus dan gelombang yang cukup besar, agar thallus tidak patah. Metode vertikultur dengan jaring kantong didesain tahan terhadap ombak, gelombang, arus kencang, dan dapat mengoptimalkan penggunaan lahan. Sehingga dapat diaplikasikan pada kolom air dengan arus dan gelombang kuat.

Bibit rumput laut *Gracilaria* sp. yang ditanam harus memiliki thallus yang baik dan muda. BRL dimasukkan dalam jaring kantong panjang 60 cm. Berat/bobot awal rumput laut yang dibudidayakan seberat 75 gram. *Gracilaria* sp. ditanam selama 6 minggu (42 hari). Penimbangan dilakukan setiap minggu.



4.7.1.2. Variabel yang Diamati

Data yang diamati pada penelitian ini adalah:

1. Pengukuran parameter kualitas lingkungan perairan yang meliputi suhu, kedalaman, kecepatan arus, kecerahan, salinitas, nitrat, dan fosfat.
2. *Weekly Growth Rate* (WGR) adalah berat minggu ke-*a*, (*Wa*) adalah berat rata-rata minggu ke-*i* (*Ti*) dibagi jumlah titik penanaman (*S*) dikurang berat minggu sebelumnya (*Wb*), dengan formula:

$$Wa = \frac{Ti}{\sum S} \dots\dots\dots (1)$$

$$WGR = Wa - Wb \dots\dots\dots (2)$$

3. *Absolute Growth Rate* (AGR) adalah berat akhir (*Wt*) dikurang berat awal (*Wo*), dengan formula sebagai berikut:

$$AGR = Wt - Wo \dots\dots\dots (3)$$

4. *Daily Growth Rate* (DGR) adalah berat akhir (*Wt*) dibagi berat awal (*Wo*) pangkat seper waktu penanaman (*t*) dikurang satu dikali 100%, mengacu pada (Mtolera, *et al.*, 1995; Gerung and Ohno, 1997; Aguirre-von-Wobeser, *et al.*, 2001; Bulboa, *et al.*, 2007; Hayashi, *et al.*, 2007; Hori, *et al.*, 2009), dengan formula:

$$DGR = \left[\left(\frac{Wt}{Wo} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] \times 100 \% \dots\dots\dots (4)$$

5. *Total Produksi Rate* (PTR) adalah jumlah berat total akhir setiap level penanaman ke-*i* (W_{li}) adalah jumlah berat titik penanaman pada level yang sama (W_i) ditambah berat seluruh titik (W_n), ditambah berat ke seluruh level kedalaman budi daya (W_{ln}), dengan formula;

$$\sum W_{li} = \sum W_i + \dots + W_n \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$PTR = \sum W_{li} + \dots + \sum W_{ln} \quad \dots\dots\dots (6)$$

Data-data yang diperoleh dari hasil pertumbuhan berat *Gracilaria* sp. dianalisis menggunakan statistik (Steel dan Torrie, 1993).

4.7.1.3. Hasil dan Pembahasan

A. Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan di perairan Pulau Kelagian, khususnya di sekitar lokasi penelitian dilakukan untuk memperoleh data yang akurat tentang nilai dari parameter lingkungan. Data parameter lingkungan disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Parameter fisika-kimia perairan

Suhu	Salinitas	pH	Kecerahan	Arus	Nitrat	Fosfat
29.64	31.57	7.61	100%	0.15	0.35	0.006

Suhu perairan berkisar 29–30⁰C dengan suhu rata-rata 29,64⁰C. Tidak terdapat perbedaan yang cukup signifikan selama masa pemeliharaan. Suhu optimum pertumbuhan rumput laut 20–28⁰C (Aslan, 1998; Indriani dan Sumiarsih, 2005). Sementara menurut BSNI (2010), suhu optimum untuk jenis *Euchema* sp., 20–32⁰C. *Gracilaria* memiliki toleransi tinggi terhadap suhu, yaitu 0–35⁰C, (Yokoyama, 1999; Raikar, et al., 2001; Abreu, et al., 2011; Kim, et al., 2016). Suhu perairan Pu-



lau Kelagian masih dalam rentang suhu optimum untuk pertumbuhan rumput laut. Fluktuasi suhu juga kecil, hanya 1°C – 2°C . Fluktuasi suhu tersebut masih dapat diterima oleh *Gracilaria* sp. untuk bertumbuh dengan baik. Suhu adalah salah satu faktor penting dalam pertumbuhan rumput laut. Suhu yang optimum sangat diperlukan untuk mendapatkan laju pertumbuhan yang baik. Suhu optimum dapat meningkatkan proses penyerapan nutrisi sehingga mempercepat laju pertumbuhan. Rumput laut memiliki rentang suhu yang berbeda-beda. Fluktuasi suhu yang tinggi dapat mengganggu metabolisme dan pertumbuhan *Gracilaria* sp. Dampak fluktuasi suhu yang berlebihan dapat teredam dengan pergerakan massa air (arus).

Salinitas perairan berkisar 31–32, dengan salinitas rata-rata 31,57. Salinitas optimum pertumbuhan rumput laut adalah 32 ppm (Aslan, 1998; Indriani dan Sumiarsih, 2005). Menurut BSNI (2010), suhu optimum untuk jenis *Euchema* sp. 28–34. *Gracilaria* sp. memiliki toleransi salinitas 10–40 (Gorman dan Zucker, 1997; Yokoyama, 1999; Klionsky, *et al.*, 2016). Rumput laut memiliki rentang salinitas yang bervariasi. *Gracilaria* sp. adalah jenis rumput laut yang memiliki rentang yang luas atau *euryhaline*. Salinitas sangat berpengaruh pada proses metabolisme dan pertumbuhan. Nilai salinitas masih berada dalam kondisi yang baik untuk mendukung pertumbuhan.

Nilai pH berkisar 7,40–8,00 dengan rata-rata 7,61. Menurut BSNI (2010), nilai pH optimum 7–8,5 sedangkan menurut Aslan (1998), Indriani dan Sumiarsih (2005), nilai pH optimum pertumbuhan rumput laut berkisar 7,5–8,0. Nilai pH perairan masih berada dalam rentang nilai optimum untuk pertumbuhan rumput laut.



Kecerahan perairan relatif sama sebesar 100%. Kecerahan perairan laut terkait erat dengan penetrasi cahaya matahari ke perairan yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis. Hasil pengukuran kecerahan menunjukkan cahaya matahari 100% masuk hingga ke dasar. Pada minggu keenam, nilai kecerahan sedikit menurun. Kondisi tersebut diakibatkan adanya gempa kecil yang mengakibatkan perairan menjadi sedikit keruh. Penetrasi cahaya matahari sangat diperlukan pada budi daya vertikultur. Cahaya matahari yang cukup akan menjamin berlangsungnya proses fotosintesis dan metabolisme.

Kecepatan arus di lokasi penelitian 0,10–0,2 m/s. Kecepatan rata-rata arus sebesar 0,15 m/s. Arus memiliki pengaruh yang besar terhadap pertukaran massa air, aerasi, transportasi nutrisi, dan pengadukan air (*mixing*) sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan. Arus sangat penting dan berperan besar menghindarkan akumulasi endapan (*silt*) dan tumbuhan epifit yang melekat pada thallus, sehingga dapat menghalangi fotosintesis dan pertumbuhan. Akan tetapi arus yang kuat dapat menyebabkan terjadinya kerusakan thallus seperti patah dan terlepas. Arus yang baik untuk budi daya rumput laut berkisar antara 0,2–0,4 m/detik (Indriani dan Suminarsih, 2005). Pada air yang diam, tumbuhan kurang mendapat nutrisi sehingga mengganggu proses fotosintesis (Atmadja, *et al.*, 1996). Kecepatan arus di perairan Pulau Kelagian pada saat penelitian masih di bawah batas optimum kecepatan arus yang dibutuhkan untuk pertumbuhan rumput laut yang baik, kecepatan arusnya < 2 m/s.

Di lokasi penelitian ditemukan dasar perairan berupa karang berpasir dan perairan bersifat terbuka (*wind ward*). Kandungan nitrat dan fosfat berada pada nilai 0,35 mg/l dan 0,0060 mg/l. Rumput laut dapat



tumbuh optimum dengan kandungan nitrat berkisar 0.9–3.5 mg/l (Atmadja, *et al.*, 1996), sedangkan kisaran fosfat yang optimal 0,051–1,00 mg/l (Indriani dan Suminarsih, 2005). Sedangkan Sulistijo (1996) menyatakan bahwa kandungan fosfat yang baik berkisar antara 0,02–1 mg/l. Kandungan nitrat dan fosfat di lokasi penelitian berada di bawah kisaran optimum untuk pertumbuhan rumput laut.

B. Pertumbuhan Rata-rata Mingguan Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Laju pertumbuhan *Gracilaria* sp. diukur 7 hari sekali. Pertambahan berat setiap minggu rumput laut disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pertumbuhan rata-rata mingguan *Gracilaria* sp. (WGR)

Level	Bobot Awal (Wo)	Pertumbuhan <i>Gracilaria</i> sp. (Gram/Minggu Ke-i)					
		1	2	3	4	5	6
BRL1	75	93.02	115	131.35	154.87	171.35	183.62
BRL2	75	91.82	116.62	132.8	159.87	177.3	188.3
BRL3	75	87.12	116.57	131.3	147.42	163.8	183.47
BRL4	75	90.32	119.57	137.02	162.32	182.62	214.87
BRL5	75	91.42	116.85	135.35	157.17	187.12	202.32
BRL6	75	89.72	109.55	130.45	153.17	168.8	193.17
BRL7	75	88.27	112.6	132.52	144.77	174.12	187.62
BRL8	75	86.32	104.57	123.02	135.22	155.37	175.72
BRL9	75	86.37	106.12	125.85	136.85	154.37	180.42
BRL10	75	84.35	107.25	121.47	132.05	150.02	161.45

Laju pertumbuhan tertinggi didominasi oleh BRL 4 dengan kedalaman titik pemeliharaan 210 cm dari permukaan, sedangkan pertumbuhan terendah pada BRL 10 pada kedalaman 630 cm dari permukaan (Tabel 4.2). Nilai BRL 4 diduga dipengaruhi faktor lingkungan seperti suhu,



salinitas, pH, kandungan nitrat, dan fosfat yang pada kedalaman itu dalam kondisi yang optimum untuk metabolisme dan pertumbuhan *Gracilaria* sp.

Tabel 4.3 Laju pertumbuhan relatif mingguan

Level	Bobot Awal	Laju Pertumbuhan <i>Gracilaria</i> sp (Gram/Minggu)						Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	
BRL1	75	18.02	21.97	16.35	23.52	16.47	12.27	18.10
BRL2	75	16.82	24.8	16.17	27.07	17.42	11	18.88
BRL3	75	12.12	29.45	14.72	16.12	16.37	19.67	18.07
BRL4	75	15.32	29.25	17.45	25.3	20.3	32.25	23.31
BRL5	75	16.42	25.42	18.5	21.82	29.95	15.2	21.22
BRL6	75	14.72	19.82	20.9	22.72	15.62	24.37	19.69
BRL7	75	13.27	24.32	19.92	12.25	29.35	13.5	18.77
BRL8	75	11.32	18.25	18.45	12.2	20.15	20.35	16.78
BRL9	75	11.37	19.75	19.72	11	17.52	26.05	17.57
BRL10	75	9.35	22.90	14.22	10.58	17.97	11.42	14.41
Rata-Rata		13.88	23.60	17.64	18.26	20.12	18.61	

Laju pertumbuhan mingguan tertinggi terjadi pada minggu ke-6 sebesar 32,25 gram dan yang terendah pada minggu ke-1 dengan nilai 9,35 gram. Pertumbuhan yang relatif lambat pada minggu pertama diduga karena *Gracilaria* sp. masih dalam taraf adaptasi dengan lingkungan, sedangkan pertumbuhan rata-rata tertinggi pada minggu ke-2 dengan 23,60 gram dan terendah 13,88 gram (Minggu ke-1). Rata-rata laju pertumbuhan tertinggi terdapat pada BRL 4 dengan 23,31 gram/minggu dan terendah BRL 10 dengan 14,41 gram/minggu. Laju pertumbuhan yang berbeda dipengaruhi oleh berbagai faktor. Suhu, salinitas, cahaya matahari, pH, DO adalah faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan *Gracilaria* sp. (Bold dan Wynne, 1985;



Pratiwi dan Ismail, 2004). Rumput laut memerlukan cahaya matahari untuk proses fotosintesis (Insan, *et al.*, 2013). Cahaya matahari akan berkurang intensitasnya seiring bertambahnya kedalaman (level). (Lombardi, *et al.*, 2006) menyatakan faktor kecerahan memengaruhi pertumbuhan. Perairan yang keruh mengandung sedimen juga memengaruhi pertumbuhan. Sedimen dapat menempel pada thallus, menghalangi penyerapan nutrient dan fotosintesis. Kedalaman adalah faktor pembatas laju pertumbuhan (Kune, 2007). Penetrasi cahaya akan semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman perairan.

Pertumbuhan *Gracilaria* sp. adalah penambahan berat dan penambahan jumlah thallus. Berat kultivan mengalami pertumbuhan berat dan jumlah thallusnya. Pertumbuhan pada penelitian ini berlangsung dengan baik. Pertumbuhan disebut baik jika penambahan berat > 2% /hari. Pertumbuhan BRL 1–BRL 9 lebih dari 2% /hari, hanya BRL 10 yang kurang dari nilai itu. Pertumbuhan dikatakan baik bila laju pertumbuhan harian lebih dari 2% /hari (Ask dan Azanza, 2002; Anggadiredja, *et al.*, 2006).

Menurut Erpin, *et al.* (2013) dalam Widowati, *et al.* (2015b), rumput laut memiliki rentang waktu tertentu untuk mencapai pertumbuhan optimal. Pertumbuhan cenderung melambat setelah melewati pertumbuhan optimum. Pada minggu ke-6 kondisi cuaca kurang baik, mendung, hujan dan terjadi gempa bumi yang mengakibatkan kolom air menjadi keruh. Substrat yang menempel di thallus akan menghambat pertumbuhan dan proses fotosintesis. Menurut Susanto (2005), arus dan gelombang yang relatif lemah dapat menyebabkan menempelnya substrat pada rumput laut. Substrat yang menempel pada thallus akan menghalangi cahaya matahari dan penyerapan nutrient. Kondisi



ini akan berpengaruh terhadap proses fotosintesis dan metabolisme. Bila proses fotosintesis dan metabolisme terganggu maka pertumbuhan akan terhambat.

C. Pertumbuhan Mutlak Rumput Laut *Gracilaria* sp.

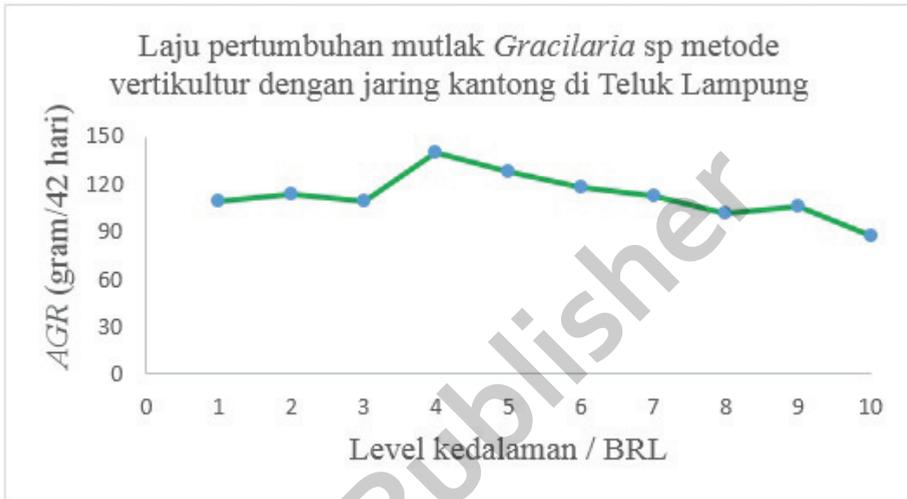
Pertumbuhan mutlak (*Absolute Growth Rate*) *Gracilaria* sp. pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4.4. Pada akhir penelitian, bobot akhir tertinggi terdapat pada BRL 4 dengan bobot 214,87, sedangkan bobot terendah pada BRL 10 dengan 161,45 gram. Terjadi kenaikan 2,15–2,86 kali berat dari bobot di awal penanaman. Laju pertumbuhan mutlak tertinggi terdapat pada BRL 4 dengan 139,87 gram dan terendah pada BRL 10 dengan 86,45 gram.

Tabel 4.4. Laju Pertumbuhan Mutlak (AGR) Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Level	Bobot Awal (Wo) (Gram)	Bobot Akhir (Wt) (Gram)	Absolute Growth Rate (AGR) (Gram)
BRL1	75	183.62	108.62
BRL2	75	188.3	113.3
BRL3	75	183.47	108.47
BRL4	75	214.87	139.87
BRL5	75	202.32	127.32
BRL6	75	193.17	118.17
BRL7	75	187.62	112.62
BRL8	75	175.72	100.72
BRL9	75	180.42	105.42
BRL10	75	161.45	86.45

Laju pertumbuhan yang tinggi pada BRL 4 diduga karena pada kedalaman tersebut faktor-faktor pembatas seperti nutrient (nitrat-phosfat), salinitas, arus, pH, suhu, dan cahaya matahari berada dalam

level optimum untuk memacu pertumbuhan *Gracilaria* sp. Penurunan laju pertumbuhan diduga disebabkan faktor-faktor pendukung tersebut menurun yang kemudian mengakibatkan menurunnya laju pertumbuhan (Gambar 4.15).



Gambar 4.15 Laju pertumbuhan mutlak *Gracilaria* sp.

Laju pertumbuhan mutlak memiliki kecenderungan untuk menurun seiring bertambahnya kedalaman, akan tetapi terjadi kenaikan pada level BRL 4. Kenaikan laju pertumbuhan tersebut cukup signifikan, bahkan yang tertinggi dari semua level BRL (Gambar 4.15). Kenaikan tersebut diduga karena faktor seperti nutrisi, suhu, pH, arus, DO, dan cahaya matahari berada dalam kondisi optimum. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran terhadap faktor-faktor tersebut berdasarkan level kedalaman BRL. Pengukuran hanya dilakukan pada level BRL 1 (permukaan). Cahaya matahari sebagai salah satu instrumen dalam pertumbuhan *Gracilaria* sp. mampu menembus hingga dasar perairan. Akan tetapi dengan adanya BRL dari level BRL 1–BRL 10

maka intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam dasar perairan semakin berkurang. Faktor cahaya matahari diduga menjadi salah satu faktor dominan yang memengaruhi laju pertumbuhan *Gracilaria* sp. selain faktor yang lain.

Level kedalaman berpengaruh pada laju pertumbuhan rumput laut. Hasil penelitian Pongarrang, *et al.* (2013), kedalaman 40 cm memiliki laju pertumbuhan lebih baik dari pada kedalaman 20 dan 30 cm. Rumput laut berkembang secara vegetatif dan penambahan beratnya dipengaruhi oleh pertumbuhan tunas. Intensitas cahaya matahari sangat berpengaruh pada pertumbuhan *Gracilaria* sp. Rumput laut yang ditanam pada kedalaman yang mendapatkan cahaya matahari lebih sedikit, pertumbuhannya lebih lambat. Kondisi ini terjadi karena fotosintesis terganggu. Pratiwi dan Ismail (2004), rumput laut memerlukan cahaya matahari untuk melakukan proses fotosintesis. Rumput laut dapat tumbuh pada perairan yang memiliki kedalaman tertentu dengan cahaya matahari mencapai dasar. Insan, *et al.*, (2013), besar kecilnya pertumbuhan dipengaruhi metode budi daya dan penyerapan sinar matahari sebagai pengatur proses fotosintesis. Pertumbuhan rumput laut terlihat ketika terjadi penambahan *thallus* dan penambahan berat.

Menurut hasil penelitian Pong-masak (2010a), batas kedalaman optimal metode vertikultur adalah 5 m dan pertumbuhan terbaik pada kedalaman 2 m. Pada penelitian ini kondisi optimal untuk pertumbuhan hingga BRL 10 dengan kedalaman 630 cm, pertumbuhan terbaik pada kedalaman 210 cm, dan kecerahan perairan hingga kedalaman 9 m. Menurut Insan, *et al.*, (2013), pertumbuhan terbaik terdapat pada kedalaman 30 cm dan 60 cm dibanding yang 90 cm. Pertumbuhan *thallus* muda akan lebih banyak dan lebih cepat.



D. Daily Growth Rate (DGR)

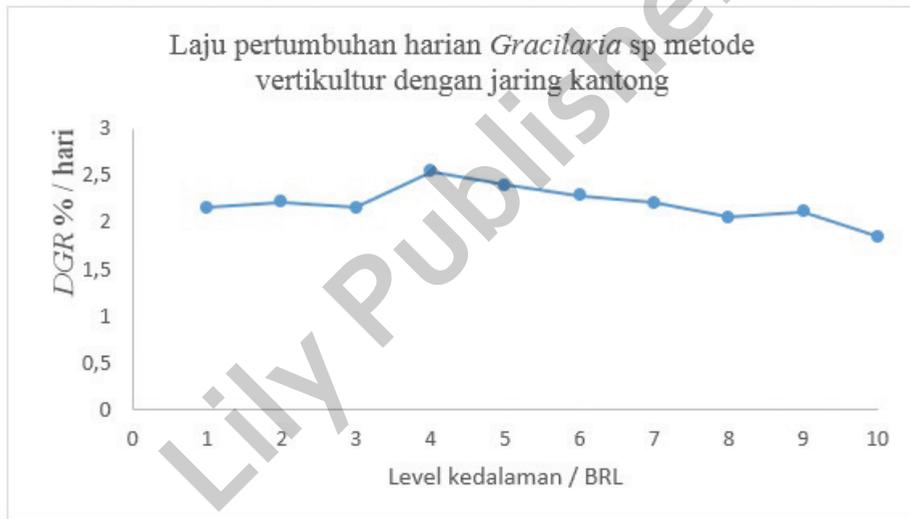
Laju pertumbuhan harian budi daya rumput laut (BDRL) *Gracilaria* sp. pada seluruh level menunjukkan hasil yang baik (>2% /hari). Pertumbuhan harian tertinggi terdapat pada BRL 4 dengan nilai pertumbuhan sebesar 2.53% /hari, sedangkan laju pertumbuhan harian terendah pada BRL 10 dengan nilai 1.84 % /hari.

Tabel 4.5 Daily Growth Rate (DGR)

Level	Bobot Awal (Gram)	Bobot Akhir (Gram)	Daily Growth Rate (%/day)
BRL1	75	183.625	2.15
BRL2	75	188.3	2.21
BRL3	75	183.475	2.15
BRL4	75	214.875	2.53
BRL5	75	202.325	2.39
BRL6	75	193.175	2.27
BRL7	75	187.625	2.20
BRL8	75	175.725	2.04
BRL9	75	180.425	2.11
BRL10	75	161.45	1.84

Pertumbuhan harian pada penelitian ini dikategorikan baik karena angka pertumbuhan yang diperoleh memenuhi syarat untuk budi daya rumput laut. Laju pertumbuhan disebut baik lebih dari 2%/hari (Ask dan Azanza, 2002; Anggadiredja, *et al.*, 2006; Syahlun, 2013). Ada beberapa faktor yang memengaruhi laju pertumbuhan *Gracilaria* sp. Menurut Lombardi, *et al.* (2006), kecerahan memengaruhi pertumbuhan sedimen yang menempel pada thallus akan menghalangi penetrasi cahaya matahari yang dibutuhkan untuk fotosintesis. Sedangkan menurut Susilowati, *et al.* (2012); Widowati, *et al.*, (2015a), intensitas cahaya, suplai nutrient, dan kedalaman akan memengaruhi laju pertumbuhan

rumpun laut. Kune (2007), menyatakan kedalaman merupakan salah satu faktor penentu laju pertumbuhan rumput laut. Semakin dalam penanaman, penetrasi cahaya semakin rendah, dan sirkulasi oksigen makin rendah. Di samping itu, laju pertumbuhan harian juga dipengaruhi oleh waktu pemeliharaan. Susanto (2005), menyatakan bahwa arus dan gelombang memengaruhi laju pertumbuhan. Arus yang lemah menyebabkan menempelnya substrat pada rumput laut. Substrat yang menempel pada thallus akan menghalangi cahaya matahari dan penyerapan nutrient.



Gambar 4.16 Laju pertumbuhan harian (DGR) *Gracilaria* sp. metode vertikultur

E. Production Total Rate (PTR)

Total produksi rumput laut adalah total berat rumput laut *Gracilaria* sp. hasil panen yang dibudidayakan selama 42 hari (6 minggu). Terdapat 40 titik penanaman dengan masing-masing titik terdapat 10 level kedalaman vertikultur (BRL 1–BRL 10) dengan bobot awal 75 gram.



Sedangkan laju produksi adalah selisih total produksi dan total bobot awal (Tabel 4.6).

Tabel 4.6 *Production Total Rate (PTR)*

Level	Total Bobot Awal (Gram)	Production Total (Gram)	Production Total Rate (PTR) (Gram)
BRL1	3000	7345	4345
BRL2	3000	7532	4532
BRL3	3000	7339	4339
BRL4	3000	8595	5595
BRL5	3000	8093	5093
BRL6	3000	7727	4727
BRL7	3000	7505	4505
BRL8	3000	7029	4029
BRL9	3000	7217	4217
BRL10	3000	6458	3458
	Total	74840	44840

Total produksi yang dihasilkan dari 10 level kedalaman dengan 40 titik penanaman sebesar 74.840 gram (74,840 kg) dari luas lahan 4,8 M² (2m x 2,4m). Produksi tertinggi terdapat pada BRL 4 dengan 8.595 gram (8,595 kg) dan terendah pada BRL 10 dengan 6.458 gram (6,458 kg). Nilai produksi ini sangat besar 2,49 kali bobot awal. Total produksi vertikultur yang dihasilkan juga sangat besar. Nilai produksi yang dihasilkan 10 kali dari metode konvensional (budi daya horizontal), baik menggunakan metode lepas dasar, rakit atau pun rawai panjang (*long line*). Hasil yang diperoleh sangat baik. Jika menggunakan metode konvensional hanya akan diperoleh hasil 7.345 gram (7,345 kg) untuk luas 4,8 M² (2m x 2.4m). Sedangkan jika menggunakan metode vertikultur dengan memanfaatkan level kedalaman akan didapatkan



tambahan produksi dari level BRL 2–BRL 10. Tingkat produksi yang dihasilkan mencapai sepuluh kali lipat.

Produksi yang diperoleh dari penelitian ini jauh lebih baik dari hasil penelitian Pong-masak (2010b), bahwa panen dari metode vertikultur lebih besar 5 kali lipat dibanding metode lain. Sementara Widowati, *et al.* (2015a), didapatkan hasil lebih baik hingga tiga kali lipat dengan level kedalaman 30 cm, 60 cm dan 90 cm. Pongarrang, *et al.* (2013), mendapatkan hasil tiga kali lipat dengan kedalaman 20 cm, 30 cm, dan 40 cm. Metode vertikultur ini dapat direkomendasikan untuk pembudidaya rumput laut. Selain nilai produksi yang dihasilkan sangat besar, metode ini juga bisa diterapkan di perairan dengan ombak dan arus yang kuat. Kekhawatiran patahnya thallus *Gracilaria* sp. dapat dihindari dengan menanamnya di kolom air dan penggunaan jaring kantong (*net pocket*).

F. Analisis Data Efektivitas Pertumbuhan Rumput Laut

Uji efektivitas laju pertumbuhan relatif dilakukan dengan membandingkan laju pertumbuhan rumput laut pada masing-masing sampel. Sebelum memperbandingkan masing-masing sampel, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data. Berdasarkan hasil uji normalitas *Shapiro Wilk*, tampak data terdistribusi secara normal dengan nilai sig > 0,05. Selanjutnya data diolah menggunakan uji anova. Hasil uji anova menunjukkan nilai F hitung lebih kecil dibanding F table ($F_{hit} 0.191 < F_{tab} 2.08$). Data di atas menunjukkan bahwa H_1 ditolak dengan konsekuensi H_0 diterima, atau tidak ada pengaruh level kedalaman (BRL) terhadap pertumbuhan rumput laut. Artinya, kedalaman perairan pada penelitian ini tidak memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan



rumput laut *Gracilaria* sp. Pertumbuhan *Gracilaria* sp. pada BRL 1 hingga BRL 10 menunjukkan laju pertumbuhan yang tidak berbeda.

Selanjutnya, dilakukan Uji Lanjut Beda Nyata Jujur (BJNJ). Berdasarkan hasil uji lanjut tidak terdapat data yang signifikan berdasarkan level kedalaman BRL 1–BRL 10. Pengambilan keputusan dengan melihat nilai signifikan dan simbol (*) yang terdapat pada *mean difference*. Simbol yang digunakan berupa huruf a, b, c, dan seterusnya. Data di atas benar adanya tidak menunjukkan signifikansi. Berarti tidak terdapat pengaruh level kedalaman (BRL 1–BRL 10) terhadap laju pertumbuhan *Gracilaria* sp. di perairan Pulau Kelagian. Hasil analisis data yang menunjukkan tidak adanya pengaruh level kedalaman terhadap laju pertumbuhan *Gracilaria* sp. didukung dengan laju pertumbuhan rata-rata tiap level kedalaman $> 2\%$ /hari. Menurut Ask dan Azanza, 2002; Anggadiredja, *et al.*, 2006; Syahlun (2013), laju pertumbuhan $> 2\%$ /hari adalah laju pertumbuhan terbaik dan disarankan untuk budi daya rumput laut (*seaweed*). Hanya pada BRL 10 laju pertumbuhannya $< 2\%$ /hari. Berdasarkan data laju pertumbuhan dan analisis data, budi daya rumput laut *Gracilaria* sp. di perairan Pulau Kelagian dimungkinkan untuk ditanam hingga level BRL 10 (630 cm dari permukaan).

4.7.2. Budi Daya Rumput Laut *Euchema cottonii*

Penelitian ini dilakukan dari bulan September hingga November 2016. Lokasi penelitian adalah di Pulau Kelagian Propinsi Lampung.

4.7.2.1. Rancangan Penelitian

Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah penanaman rumput laut dengan menggunakan kombinasi level kedalaman hingga



10 tingkat (BRL 1–BRL 10) dengan jarak tanam 70 cm (vertikal). Sedangkan, jarak tanam secara horizontal adalah 40 cm. Kombinasi perlakuan pada penelitian:

- a. Bibit rumput laut 1 (BRL 1) ditanam pada kedalaman 0 m (dekat permukaan).
- b. Bibit rumput laut 2 (BRL 2) ditanam pada kedalaman 70 cm dari permukaan.
- c. Bibit rumput laut 3 (BRL 3) ditanam pada kedalaman 140 cm dari permukaan.
- d. Bibit rumput laut 4 (BRL 4) ditanam pada kedalaman 210 cm dari permukaan.
- e. Bibit rumput laut 5 (BRL 5) ditanam pada kedalaman 280 cm dari permukaan.
- f. Bibit rumput laut 6 (BRL 6) ditanam pada kedalaman 350 cm dari permukaan.
- g. Bibit rumput laut 7 (BRL 7) ditanam pada kedalaman 420 cm dari permukaan.
- h. Bibit rumput laut 8 (BRL 8) ditanam pada kedalaman 490 cm dari permukaan.
- i. Bibit rumput laut 9 (BRL 9) ditanam pada kedalaman 560 cm dari permukaan.
- j. Bibit rumput laut 10 (BRL 10) ditanam pada kedalaman 630 cm dari permukaan.

Bibit (*thallus*) *E. cottonii* yang akan ditanam harus masih muda dan percabangannya bagus. Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan penanaman rumput laut menggunakan



kombinasi level kedalaman (vertikultur) hingga 10 tingkat dengan kode BRL1–BRL10 sebanyak 15 ulangan. Bibit *E. cottonii* dimasukkan dalam jaring kantong (*net pocket*). Jarak tanam yang digunakan 70 cm (vertikal) dan 40 cm (horizontal). Metode vertikultur dengan jaring kantong didesain tahan terhadap ombak, gelombang, dan arus kencang sehingga dapat mengoptimalkan pemanfaatan/penggunaan lahan. Pengukuran parameter lingkungan dan pertumbuhan *E. cottonii* dilakukan tiap 7 hari. Budi daya dilakukan selama 42 hari.

Perairan dengan tipikal ombak besar dan berarus kencang tidak pernah dimanfaatkan untuk lahan budi daya rumput laut, padahal jenis perairan tersebut banyak dijumpai dan dapat mempercepat pertumbuhan rumput laut. Selain mencegah substrat menempel pada thallus rumput laut, ombak dan arus yang kuat juga kaya akan nutrient yang dibutuhkan untuk pertumbuhan. Pada penelitian ini, metode penanaman didesain tahan terhadap ombak dan arus kencang, sekaligus dapat memanfaatkan, mengoptimalkan pemanfaatan, dan penggunaan lahan untuk budi daya. Metode vertikultur yang dikembangkan diharapkan lebih familiar dan mudah diterapkan oleh pembudi daya. Desain dan aplikasi rakit metode vertikultur dapat dilihat pada Gambar 4.10 dan 4.17.



Gambar 4.17 Budi daya rakit vertikultur rumput laut *K. alvarezii*

4.7.2.2. Hasil dan Pembahasan

A. Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Hasil pengukuran atas faktor-faktor fisika dan kimia perairan di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Parameter fisika-kimia perairan

Suhu	Salinitas	pH	Kecerahan	Arus	Nitrat	Posfat
29.64	31.57	7.61	100%	0.15	0.35	0.006

Suhu perairan berkisar 29–30⁰ C dengan suhu rata-rata 29,64⁰ C. Tidak terdapat perbedaan yang mencolok dalam pengukuran suhu perairan



selama masa pemeliharaan. Suhu perairan selama masa pemeliharaan masih tergolong baik dan cocok untuk pertumbuhan rumput laut. Sementara menurut Glenn dan Doty (1990), respons terhadap suhu jenis *eucheumatoid* (lapangan dan laboratorium) *E. striatum* dan *E. denticulatum* memiliki tingkat fotosintesis maksimum 24–30° C dan minimum 21–22° C yang akan menghambat pada suhu 35–40° C. Sedangkan menurut Dawes (1979) dalam Ask dan Azanza (2002), proses fotosintesis *E. denticulatum* optimum pada suhu dengan kisaran 30–35° C. Menurut Setiyanto, *et al.* (2008), kisaran suhu perairan yang baik untuk rumput laut *Eucheuma cottonii* adalah 27–30° C. *E. cottonii* memiliki suhu optimum untuk pertumbuhan dalam kisaran 27–30°C (Aslan, 1998). Sementara Jaya (2002) menambahkan bahwa suhu optimal untuk budi daya rumput laut berkisar 27–32° C. Mairh, *et al.* (1995) melaporkan bahwa *K. striatum* menunjukkan laju pertumbuhan tertinggi pada suhu antara 23–30° C dan laju pertumbuhan akan mengalami penurunan pada suhu di atas 30°C dan di bawah 20°C. Sedangkan Ohno, *et al.* (1994), melaporkan pada *K. alvarezii* bahwa laju pertumbuhan tidak akan mencapai kisaran optimal untuk laju pertumbuhan komersial bila suhu di bawah 20°C, dan kisaran suhu optimumnya adalah 25–28° C. Sementara menurut BSNI (2010) dan WWF (2014), suhu optimum untuk budi daya rumput laut *E. cottonii* 26–32° C. Suhu yang optimum dapat meningkatkan proses penyerapan nutrisi/makanan sehingga dapat mempercepat pertumbuhan rumput laut. Suhu perairan sangat memengaruhi laju fotosintesis. Setiap jenis rumput laut memiliki rentang suhu yang berbeda. Suhu merupakan faktor yang sangat penting. Fluktuasi suhu yang tinggi akan mengganggu proses metabolisme. Percampuran (*mixing*) massa air dapat mencegah terjadinya fluktuasi suhu yang tinggi.



Salinitas perairan berkisar 31–32 dengan salinitas rata-rata 31,57, tidak terdapat perbedaan mencolok dalam pengukuran salinitas. Salinitas perairan berada dalam kisaran optimum untuk pertumbuhan *E. cottonii*. Organisme laut memiliki kisaran toleransi yang berbeda-beda terhadap salinitas, termasuk rumput laut. Salinitas merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kelangsungan hidup dan pertumbuhan organisme di laut. Hal ini didukung oleh Amri (2006), yang menyatakan *Euchema* sp. memiliki toleransi salinitas yang cukup luas dan dapat tumbuh dengan baik pada salinitas perairan 27–34 per mil. Mairh, dkk. (1986), melaporkan pada skala laboratorium *E. striatum* tidak dapat bertahan lebih dari 7–14 hari dengan salinitas kurang dari 24% atau di atas 45%. BSNI (2010) menyebutkan salinitas yang baik untuk pertumbuhan rumput laut 28–34, sedangkan WWF (2014) menyebutkan salinitas terbaik untuk budi daya *K. alvarezii* adalah 27–34.

Nilai pH berkisar 7,40–8,00 dengan rata-rata 7,61. Nilai pH menunjukkan nilai yang berada dalam kisaran pertumbuhan yang baik untuk *E. cottonii*. Soejatmiko dan Wisman (2003) dalam Wisnu Ariyati, et al. (2016), menyatakan bahwa kisaran pH yang sesuai untuk budi daya rumput laut adalah yang cenderung basa. Keasaman yang sesuai untuk budi daya rumput laut berkisar antara 7,3–8,2. Sementara menurut BSNI (2010) dan WWF (2014), nilai keasaman yang baik untuk pertumbuhan adalah 7–8,5.

Kecepatan arus pada lokasi penelitian 0,10–0,2 m/s. Kecepatan rata-rata arus sebesar 0,15 m/s. Kecepatan arus perairan Pulau Kelagian masih sedikit di bawah arus ideal yang dibutuhkan. Arus memiliki pengaruh yang besar terhadap pertukaran massa air, aerasi, transportasi



nutrien, dan pengadukan air (*mixing*), sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan *E. cottonii*. Arus juga sangat penting dan memiliki peran besar dalam menghindarkan akumulasi endapan (*silt*) dan tumbuhan epifit untuk melekat pada thallus yang dapat menghalangi fotosintesis dan pertumbuhannya. Arus yang kuat dapat menyebabkan kerusakan thallus *E. cottonii*. Thallus dapat patah dan terlepas. Arus yang baik untuk budi daya rumput laut berkisar antara 0,2–0,4 m/detik (Indriani dan Suminarsih, 2005; BSNI, 2010). Arus yang pelan juga memicu terjadinya penempelan substrat (endapan) pada permukaan thallus dan biota epifit. Arus yang pelan juga menghambat sirkulasi air laut yang mendistribusikan nutrien yang sangat dibutuhkan. Hal ini didukung oleh pendapat Sulistijo (1996), bahwa pada air yang diam tumbuhan kurang mendapat nutrien sehingga proses fotosintesis jadi terhambat.

Kecerahan perairan laut terkait erat dengan sejauh mana penetrasi cahaya matahari dapat masuk ke perairan yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis. Hasil pengukuran kecerahan menunjukkan cahaya matahari 100%, cahaya matahari dapat menembus hingga dasar perairan. Intensitas dan penetrasi cahaya matahari sangat berpengaruh pada proses fotosintesis dan pertumbuhan rumput laut. Kedalaman perairan terhadap laju pertumbuhan rumput laut berkaitan erat dengan stratifikasi suhu secara vertikal, penetrasi cahaya pada kolom air, densitas, kandungan oksigen, dan unsur-unsur hara.

Proses fotosintesis akan semakin lancar sejalan dengan peningkatan intensitas cahaya pada suatu nilai optimum tertentu (cahaya saturasi). Intensitas cahaya berhubungan dengan produktivitas primer suatu perairan. Tinggi intensitas cahaya matahari terhadap kolom air sangat bergantung dengan sudut/derajat matahari terhadap bumi.



Semakin tinggi intensitasnya, maka semakin tinggi produktivitas primer sampai pada batas tertentu. Cahaya yang diabsorpsi energinya akan berkurang dan kemampuan daya tembusnya menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan. Akan tetapi, intensitas cahaya yang tinggi tidak selamanya meningkatkan produktivitas perairan. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi justru menghambat fotosintesis.

Unsur hara yang sangat penting dan dibutuhkan untuk pertumbuhan rumput laut adalah nitrat dan fosfat. Hasil analisis konsentrasi nitrat 0,35 mg/l. Tingginya konsentrasi nitrat banyak dipengaruhi oleh aktivitas di daratan yang menghasilkan sampah organik dan rumah tangga. Setiap jenis alga memerlukan kandungan nitrat yang berbeda-beda untuk keperluan pertumbuhannya. Rumput laut dapat tumbuh optimum dengan kandungan nitrat berkisar 0,9–3,5 mg/l (Sulistijo, 1996). Sementara WWF (2014), menyebutkan nilai nitrat yang baik berkisar 1–3 ppm. Nilai kandungan nitrat di lokasi penelitian berada pada kisaran yang baik tetapi masih berada di bawah kondisi optimum untuk pertumbuhan *E. cottonii*. Kandungan nitrat yang berada di bawah jumlah optimum diduga menjadi penyebab pertumbuhan *E. cottonii* yang tidak optimal. Menurut Effendi (2003), perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0–5 mg/l, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1–5 mg/L, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5–50 mg/L. Perairan Pulau Kelagian bersifat oligotrofik.

Kandungan fosfat di lokasi penelitian berkisar 0,006 mg/l. Kandungan fosfat dapat menjadi faktor pembatas, baik secara temporal maupun spasial, karena sumber fosfat yang sedikit di perairan. Kisaran fosfat yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut adalah 0.051 mg/l–1.00



mg/l (Indriani dan Suminarsih, 2005). WWF (2014), menyebutkan kisar kandungan fosfat yang baik adalah 0,01–0,021 ppm. Simanjuntak (2006), menyatakan bahwa perairan relatif subur jika kisaran zat hara fosfat adalah 0,10–1,68 ppm. Kandungan fosfat di lokasi penelitian tidak berada dalam kondisi optimum untuk mendukung pertumbuhan *E. cottonii*. Kandungan fosfat yang rendah dapat diduga menjadi penyebab pertumbuhan *E. cottonii* yang tidak optimal. Dasar perairan karang berpasir dan lokasi penelitian tidak terlindung dari hempasan ombak atau perairan terbuka (*wind ward*).

Secara umum nilai parameter perairan di lokasi penelitian masih termasuk dalam rentang pertumbuhan budi daya rumput laut, kecuali nitrat, fosfat dan kecepatan arus yang berada di bawah kondisi optimum. Pengukuran nilai kualitas perairan dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kisaran kualitas air di lokasi penelitian. Kualitas perairan yang baik berada dalam rentang kualitas air yang masih bisa ditolerir dan dapat mendukung kehidupan dan pertumbuhan rumput laut *E. cottonii*.

B. Laju Pertumbuhan Mingguan (*Weekly Growth Rate*)

Laju pertumbuhan rumput laut dapat dilihat dari penambahan bobot/berat selama masa pemeliharaan (42 hari). Berat awal rumput laut pada saat awal pemeliharaan (Minggu 0), laju pertumbuhan mingguan dan berat akhir *E. cottonii* metode vertikultur (Tabel 4.8). Sedangkan laju pertumbuhan mingguan adalah laju penambahan bobot *E. cottonii* yang diukur setiap minggu. Pertumbuhan *E. cottonii* pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4.8.

Hasil pengukuran berat rumput laut pada akhir penelitian menunjukkan berat *E. cottonii* terbesar ditemukan pada level kedalaman pertama (BRL I) dengan berat akhir 145,33 gram sedangkan berat terkecil ditemukan pada BRL 10 dengan berat 130,67 gram /6 minggu). Rata-rata pertumbuhan mingguan terbesar ditemukan pada BRL 1 dengan berat 118,08 gram dan pertumbuhan berat terendah ditemukan pada BRL 10 dengan berat 130,67 gram (Tabel 4.8). Hasil penelitian ini menunjukkan berat/pertumbuhan *E. cottonii* yang dibudidayakan di perairan Lampung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan.

Tabel 4.8 Pertumbuhan mingguan *E. cottonii*

Level Kedalaman	Rata-rata hasil pengukuran pertumbuhan mingguan (gr /minggu)							Rata-Rata
	Bobot awal	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5	Minggu 6	
I (0 cm)	75	85.46	99.13	113.07	128.53	136.93	145.33	118.08
II (70cm)	75	85.33	99.33	111.60	125.40	134.20	143.33	116.53
III (140 cm)	75	85.40	98.27	111.67	124.47	132.80	142.20	115.80
IV (210 cm)	75	86.47	99.13	110.4	122.47	131.60	140.60	115.11
V (280 cm)	75	85	97.87	109	121.40	129.60	139.07	113.66
VI (350 cm)	75	84.93	99.40	110.73	121	129.53	137.93	113.92
VII (420 cm)	75	84.07	96.40	106.20	117.40	126.07	135.40	110.92
VIII (490 cm)	75	82.47	94.93	105.93	116.40	125.40	135.27	110.07
IX (560 cm)	75	82.07	94.67	105.73	116.53	123.73	133.13	109.31
X (630 cm)	75	81.80	92.60	103.60	113.80	122	130.67	107.41

Laju pertumbuhan *E. cottonii* tertinggi pada minggu ke-4 pada BRL 1 sebesar 15,47 gram dan terendah pada minggu pertama pada BRL 10 dengan 6,80 gram. Laju pertumbuhan pada minggu pertama cenderung lebih lambat. Kondisi ini diduga *E. cottonii* masih beradaptasi dengan lingkungannya. Rata-rata laju pertumbuhan tertinggi terdapat pada level BRL 1 dengan 11.72 gram /6minggu dan terendah BRL 10



dengan 9.28 gram/6 minggu (Tabel 4.9). Laju pertumbuhan *E. cottonii* menurun seiring bertambahnya kedalaman perairan. Laju pertumbuhan yang berbeda dipengaruhi oleh berbagai faktor. Suhu, salinitas, cahaya matahari, pH, DO adalah faktor yang memengaruhi pertumbuhan (Bold dan Wynne, 1985; Pratiwi dan Ismail, 2004). Rumput laut memerlukan cahaya matahari untuk proses fotosintesis (Insan, *et al.*, 2013). Cahaya matahari akan berkurang intensitasnya seiring bertambahnya kedalaman (level). Lombardi, *et al.* (2006) menyatakan faktor kecerahan memengaruhi pertumbuhan. Perairan yang keruh mengandung sedimen akan memengaruhi pertumbuhan. Sedimen dapat menempel pada thallus dan menghalangi proses penyerapan nutrisi dan fotosintesis. Kedalaman adalah faktor pembatas laju pertumbuhan (Kune, 2007). Selain cahaya, faktor lain yang memengaruhi pertumbuhan adalah kandungan nutrisi yang lebih kecil dari nilai optimum pertumbuhan yang dibutuhkan (Tabel 4.7).

Laju pertumbuhan mingguan menunjukkan bahwa minggu pertama memiliki laju pertumbuhan terendah. Pada minggu pertama *E. cottonii* masih dalam tahap adaptasi dengan lingkungan. Selanjutnya laju pertumbuhan naik hingga mencapai puncaknya dan akan stasioner pada minggu 3 dan 4, lalu akan menurun pada minggu 5 hingga panen (Tabel 4.8 dan 4.9). Menurut Masyahoro dan Mappiratu (2012), *E. cottonii* mempunyai pola pertumbuhan yang mirip dengan jenis makro alga yang lain. Dimulai dengan tahap eksponensial pada minggu pertama hingga minggu ke-3, kemudian tahap stasioner pada minggu ke-4, dan mulai menurun pada minggu ke-5 hingga panen. Umumnya rumput laut jenis ini siap dipanen 42 hari setelah tanam, di mana kandungan karagenan rumput laut telah mencapai kadar yang cukup (Saputra, *et al.*, 2013).

Tabel 4.9 Laju pertumbuhan mingguan *E. cottonii*

Level Kedalaman	Rata-rata hasil pengukuran pertumbuhan mingguan (gr /minggu)							Rata-Rata
	Bobot awal	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	Minggu 5	Minggu 6	
I (0 cm)	75	10.47	13.67	13.93	15.47	8.40	8.40	11.72
II (70cm)	75	10.33	14.00	12.27	13.80	8.80	9.13	11.39
III (140 cm)	75	10.40	12.87	13.40	12.80	8.33	9.40	11.20
IV (210 cm)	75	11.47	12.67	11.27	12.07	9.13	9.00	10.93
V (280 cm)	75	10.00	12.87	11.13	12.40	8.20	9.47	10.68
VI (350 cm)	75	9.93	14.47	11.33	10.27	8.53	8.40	10.49
VII (420 cm)	75	9.07	12.33	9.80	11.20	8.67	9.33	10.07
VIII (490 cm)	75	7.47	12.47	11.00	10.47	9.00	9.87	10.04
IX (560 cm)	75	7.07	12.60	11.07	10.80	7.20	9.40	9.69
X (630 cm)	75	6.80	10.80	11.00	10.20	8.20	8.67	9.28
	Total	93	128.73	116.2	119.47	84.47	91.07	
	Rerata	9.3	12.87	11.62	11.94	8.44	9.10	

C. Pertumbuhan Mutlak (*Absolute Growth Rate*)

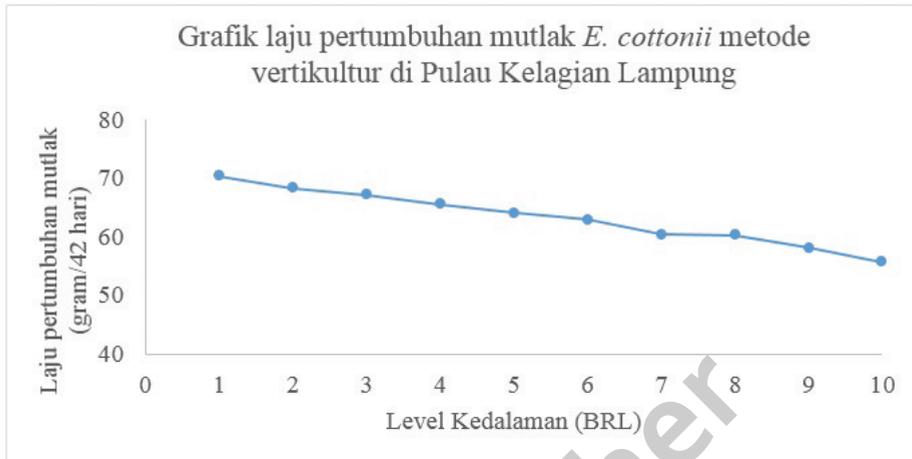
Pertumbuhan mutlak *E. cottonii* menunjukkan BRL 1 memiliki bobot akhir terbesar, sedangkan berat terendah pada BRL 10. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan berat akhir pertumbuhan. Semakin dalam perairan (BRL), maka berat *E. cottonii* yang dibudidayakan akan semakin menurun. Laju pertumbuhan terbaik berada pada BRL 1 dengan kedalaman 0 cm (di permukaan) dan berat akhir 145,33 gram. Sedangkan berat BRL 10 adalah yang terendah dengan 130,67 gram dan berada pada kedalaman 630 cm dari permukaan perairan (Tabel 4.10). Hasil penelitian ini memiliki perbedaan dengan Darmawati (2013) di Desa Laikang Kabupaten Takalar, pertumbuhan terbaik berada pada kedalaman 50 cm dibanding kedalaman 20 cm dan 100 cm. Perbedaan ini diduga karena perbedaan lokasi penelitian dan waktu. Selain itu kecerahan, intensitas cahaya matahari, dan

kandungan nutrisi juga berpengaruh. Menurunnya pertambahan berat *E. cottonii* dengan semakin bertambahnya kedalaman perairan diduga karena faktor pembatas seperti cahaya matahari, nutrisi, kecepatan fotosintesis dan suhu yang semakin menurun. Darmawati (2013) menambahkan pencahayaan, (fotosintesis) dan suplai nutrisi juga sangat memengaruhi pertumbuhan *E. cottonii*.

Tabel 4.10 Laju pertumbuhan mutlak *E. cottonii*

Level Kedalaman/ BRL	Bobot Awal	Bobot Akhir Pertumbuhan	Laju Pertumbuhan Mutlak
I	75	145.33	70.33
II	75	143.33	68.33
III	75	142.2	67.2
IV	75	140.6	65.6
V	75	139.07	64.07
VI	75	137.93	62.93
VII	75	135.4	60.4
VIII	75	135.27	60.27
IX	75	133.13	58.13
X	75	130.67	55.67

Laju pertumbuhan mutlak adalah berat akhir pertumbuhan terhadap berat awal pemeliharaan. Laju pertumbuhan mutlak terbesar terdapat pada BRL 1 dengan berat 70,33 gram dan laju pertumbuhan terendah BRL 10 dengan berat 55,67 gram. Laju pertumbuhan mutlak terlihat menurun dengan bertambahnya kedalaman (BRL). Menurunnya laju pertumbuhan diduga berkaitan erat dengan menurunnya intensitas cahaya matahari, suhu, dan nutrisi yang tersedia. Grafik laju pertumbuhan dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Laju pertumbuhan mutlak (*absolutely growth rate*)

D. Laju Pertumbuhan Harian (*Daily Growth Rate*)

Laju pertumbuhan harian budi daya rumput laut (BDRL) *Gracilaria* sp. pada seluruh level menunjukkan hasil yang kurang baik (<2%/hari). Pertumbuhan harian tertinggi terdapat pada BRL 1 dengan nilai pertumbuhan sebesar 1,59% /hari. Sedangkan laju pertumbuhan harian terendah pada level BRL 10 dengan nilai 1,33% /hari (Tabel 4.11).

Tabel 4.11 Laju pertumbuhan harian

Level Kedalaman/ BRL	Bobot Awal	Bobot Akhir Pertumbuhan	Daily Growth Rate
I	75	145.33	1.59
II	75	143.33	1.56
III	75	142.20	1.53
IV	75	140.60	1.50
V	75	139.07	1.48
VI	75	137.93	1.46
VII	75	135.40	1.42

Level Kedalaman/ BRL	Bobot Awal	Bobot Akhir Pertumbuhan	Daily Growth Rate
VIII	75	135.27	1.41
IX	75	133.13	1.38
X	75	130.67	1.33

Pertumbuhan harian pada penelitian ini dikategorikan kurang optimum, karena nilai pertumbuhan kurang dari 2% /hari. Menurut Ask dan Azanza (2002); Anggadiredja, *et al.* (2006); Syahlun (2013), laju pertumbuhan disebut baik bila lebih dari 2% /hari. Hasil penelitian Wisnu Ariyati, *et al.* (2016), terdapat perbedaan laju pertumbuhan harian *E. cottonii*, 2,36% pada metode taman horizontal dan 2,03% pada metode tanam vertikal. Laju pertumbuhan pada penelitian ini memiliki nilai yang sama dengan penelitian Wijayanto, *et al.* (2011). Laju pertumbuhan yang diperoleh 1,567% (<2% /hari). Kemiripan laju pertumbuhan diduga karena lokasi penelitian yang sama, yaitu di perairan Teluk Lampung, sehingga faktor-faktor pembatas seperti intensitas cahaya matahari, suhu, salinitas, nutrient, hama, dan penyakit relatif tidak berbeda. Ada beberapa faktor yang memengaruhi laju pertumbuhan rumput laut, seperti penetrasi cahaya matahari, suhu, salinitas dan kandungan nutrient. Jenis dan asal bibit juga berpengaruh terhadap laju pertumbuhan *E. cottonii*. Bibit yang ditanam berulang kali cenderung memiliki laju pertumbuhan yang semakin lambat. Selain itu keberadaan predator dan hama sangat berpengaruh pada pertumbuhan rumput laut. Di lokasi penelitian ditemukan ikan baronang dan penyu dalam jumlah yang cukup banyak. Biota ini adalah predator alami rumput laut. Meskipun rumput laut telah ditanam di dalam jaring, pemangsa yang dilakukan oleh penyu dan ikan beronang tidak terhindarkan. Ujung thallus yang tumbuh keluar dari mata jaring dapat dengan

mudah dimangsa oleh ikan dan penyu. Pada beberapa titik penanaman terdapat jaring kantong yang sobek dan kosong karena rumput laut yang ditanam habis dimakan predator. Kondisi ini juga diduga menjadi pemicu rendahnya nilai pertumbuhan harian.

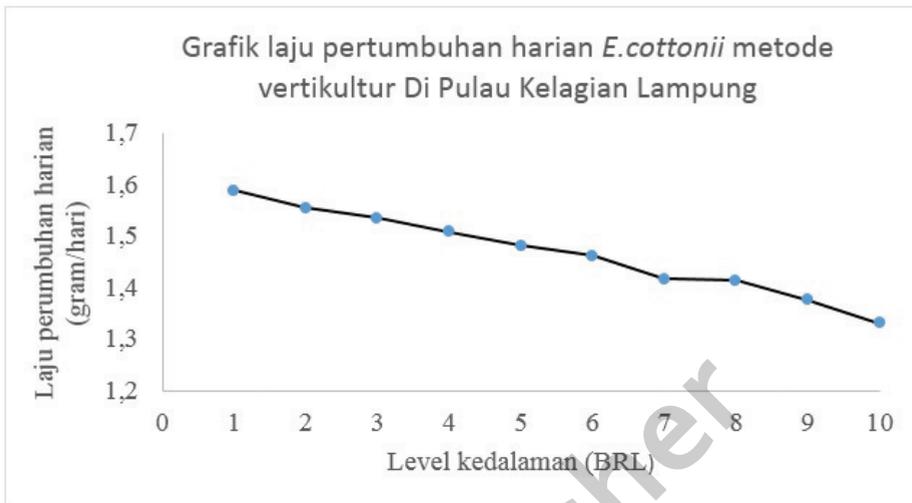
Ada beberapa faktor yang memengaruhi laju pertumbuhan rumput laut seperti kedalaman perairan. Kedalaman perairan berkaitan erat dengan penetrasi cahaya. Semakin besar penetrasi cahaya pada suatu kolom air maka kemungkinan besar keberlangsungan fotosintesis juga semakin besar. Hal ini sesuai dengan pendapat Atmadja (1979), peran kedalaman terhadap pertumbuhan rumput laut berhubungan dengan atratifikasi suhu secara vertikal, penetrasi cahaya, densitas, kandungan oksigen dan unsur-unsur hara. Selanjutnya dikatakan oleh Mohr dan Scopfer (1995) dalam Kune (2007), bahwa faktor penting yang memengaruhi laju pertumbuhan rumput laut adalah perbedaan intensitas cahaya yang diterima rumput laut pada kedalaman berbeda. Perbedaan intensitas cahaya yang berbeda akan berpengaruh terhadap hamparan dinding sel baru yang hampir tidak mengalami perubahan ketika perluasan daya tumbuh rumput laut dihambat oleh cahaya.

Kecerahan perairan berkaitan erat dengan keberadaan sedimen dan padatan tersuspensi di dalam air. Semakin banyak sedimen dan padatan tersuspensi dalam suatu kolom air akan menyebabkan terhalangnya penetrasi cahaya matahari. Perairan yang keruh akan memiliki kecerahan yang rendah. Kecerahan yang rendah selain berpengaruh pada penetrasi cahaya berpengaruh terhadap kemampuan fotosintesis dan pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan Lombardi, *et al.* (2006), kecerahan memengaruhi pertumbuhan. Sedimen yang menempel pada thallus akan menghalangi penetrasi cahaya matahari yang dibutuhkan



untuk fotosintesis. Sementara Susilowati, *et al.* (2012); Widowati, *et al.* (2015a), menyebutkan bahwa intensitas cahaya, suplai nutrient, dan kedalaman memengaruhi laju pertumbuhan rumput laut. Selain itu kedalaman perairan pun menjadi salah satu faktor pembatas dalam pertumbuhan rumput laut (Kune, 2007). Semakin bertambah kedalaman, penetrasi cahaya semakin rendah, dan sirkulasi oksigen makin rendah. Di samping itu laju pertumbuhan harian juga dipengaruhi oleh waktu pemeliharaan. Pada penelitian yang lain, Susanto (2005) menyebutkan arus dan gelombang memengaruhi laju pertumbuhan. Arus yang lemah menyebabkan menempelnya substrat pada rumput laut. Substrat yang menempel pada thallus akan menghalangi cahaya matahari dan penyerapan nutrisi.

Selain beberapa faktor di atas, asal bibit dan umur bibit juga memengaruhi pertumbuhan rumput laut. Bibit yang terlalu lama digunakan secara terus-menerus akan mengalami perlambatan pertumbuhan. Bibit rumput laut yang diusahakan umumnya berasal dari bibit dari daerah lain atau sisa hasil panen yang digunakan kembali. Kondisi ini lama-kelamaan akan menyebabkan penurunan produksi rumput laut. Sebaiknya selalu menggunakan bibit yang baru, seperti hasil kultur jaringan. Bibit yang berasal dari kultur jaringan memiliki laju pertumbuhan yang lebih cepat. Bibit yang terus-menerus digunakan sudah jenuh dan telah mencapai pertumbuhan yang optimum. Laju pertumbuhan harian *E. cottonii* dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Laju pertumbuhan harian *E. cottonii* metode vertikultur

E. Total Produksi (*Production Total Rate*)

Total produksi rumput laut adalah total berat rumput laut *E. cottonii* hasil panen yang dibudidayakan selama 42 hari (6 minggu). Terdapat 15 titik penanaman dengan masing-masing titik terdapat 10 level kedalaman vertikultur (BRL 1–BRL 10) dengan bobot awal 75 gram. Laju produksi adalah selisih total produksi dan total bobot awal.

Tabel 4.12 Total Produksi (*Production Total Rate*)

Level Kedalaman (BRL)	Total Bobot Awal	Total Bobot Akhir	Laju Pertumbuhan Total
I	1125	2180	1055
II	1125	2150	1025
III	1125	2133	1008
IV	1125	2109	984
V	1125	2086	961
VI	1125	2069	944



Level Kedalaman (BRL)	Total Bobot Awal	Total Bobot Akhir	Laju Pertumbuhan Total
VII	1125	2031	906
VIII	1125	2029	904
IX	1125	1997	872
X	1125	1960	835
Total produksi		20744	9494

Total produksi *E. cottonii* yang dibudidayakan secara vertikultur di perairan Pulau Kelagian yang ditanam selama 42 hari dengan 10 level kedalaman (BRL 1–BRL 10) dan 15 titik penanaman adalah sebesar 20.744 gram (20,744 kg). Produksi tertinggi terdapat pada level kedalaman BRL 1 dengan berat 2180 gram dan terendah pada BRL 10 dengan berat 1960 gram. Penambahan total berat *E. cottonii* dari seluruh level kedalaman sebesar 184,39% dari bobot awal penanaman 11250 gram. Luas lahan yang digunakan 1,28 M² (1,6 m x 0,8 m). Nilai produksi rumput laut yang dihasilkan cukup besar 1,84 kali dari bobot awal penanaman. Total produksi vertikultur yang dihasilkan juga cukup besar. Nilai produksi yang dihasilkan 9,51 kali metode konvensional (metode rakit, *longline*, dan lepas dasar) yang hanya memanfaatkan permukaan perairan saja (hanya BRL 1). Jika menggunakan metode konvensional yang menggunakan permukaan perairan sebagai media tanam (BRL 1) hanya akan diperoleh hasil 1.125 gram (1,125 kg) untuk luas 1,28 M² (1,6 m x 0,8 m). Sedangkan, jika menggunakan metode vertikultur dengan memanfaatkan level kedalaman akan mendapatkan tambahan produksi dari level BRL 2–BRL 10. Tingkat produksi yang dihasilkan hingga sepuluh kali lipat.

Produksi yang diperoleh jauh lebih baik dari hasil penelitian Pong-masak (2010b), bahwa panen dari metode vertikultur lebih besar dibanding yang menggunakan metode lain. Hasil budi daya dari rakit ukuran 4 x 4 m dan kedalaman 5 meter diperoleh 145 kg. Sementara dengan ukuran rakit yang sama dan hanya menggunakan permukaan saja hanya dihasilkan 15 kg. Jumlah bibit yang ditebar pun bisa mencapai 62 kg sementara metode konvensional hanya 6,2 kg. Akan tetapi ada permasalahan dari hasil penelitian tersebut. Budi daya tidak dapat dilakukan pada jenis perairan yang berarus kuat. Perairan yang bergelombang dan berombak kuat akan menyebabkan patahnya thallus dan terlilitnya tali pengikat. Kondisi tersebut telah berhasil di atasi dalam penelitian, yaitu dengan menggunakan jaring yang lebih kuat dan menggunakan pemberat dengan berat yang sama. Pada akhir penelitian tidak ada satu pun tali pengikat yang terlilit. Hasil penelitian lain menyebutkan (Widowati, *et al.*, 2015a) hasil lebih baik hingga tiga kali lipat dengan level kedalaman 30 cm, 60 cm, dan 90 cm. Sedangkan Pongarrang, *et al.* (2013), mendapatkan hasil tiga kali lipat dengan kedalaman 20 cm, 30 cm, dan 40 cm.

Metode vertikultur ini dapat direkomendasikan untuk pembudidaya rumput laut lain. Selain nilai produksi yang dihasilkan sangat besar, metode yang digunakan juga bisa diterapkan di perairan dengan ombak dan arus yang kuat. Kekhawatiran patahnya thallus dapat dihindari dengan menanamnya di kolom air dan penggunaan jaring kantong (*net pocket*). Metode ini dapat menjawab permasalahan keterbatasan lahan. Lahan umumnya sudah terpetak-petak dan tidak jarang terjadi rebutan penggunaan lahan. Selain itu metode ini dapat mengurangi penggunaan lahan yang ekstensif dan dapat mengganggu jalur pelayaran.



F. Analisis Data Efektivitas Pertumbuhan Rumput Laut

Menguji efektivitas laju pertumbuhan relatif dilakukan dengan membandingkan laju pertumbuhan rumput laut pada masing-masing sampel. Sebelum memperbandingkan masing-masing sampel, terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas dan uji normalitas data.

Berdasarkan uji homogenitas diperoleh hasil nilai X hitung $< X$ tabel, yang berarti tolak H_1 dan terima H_0 . Data yang diperoleh merupakan homogen. Hasil uji normalitas menunjukkan data terdistribusi tidak normal dengan nilai $\text{sig} > 0,05$. Selanjutnya data diolah menggunakan uji non-parametrik kruskal-wallis. Dari hasil uji kruskal-wallis diperoleh nilai H Hitung sebesar 21,837 dan nilai H Tabel 23,685. Hasil tersebut menunjukkan nilai H Hitung $< X$ Tabel. Data di atas menunjukkan bahwa H_0 diterima atau tidak ada pengaruh level kedalaman (BRL) terhadap pertumbuhan rumput laut.

Selanjutnya dilakukan Uji Lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ), berdasarkan hasil uji lanjut tidak terdapat data yang signifikan berdasarkan level kedalaman BRL 1–BRL 10. Pengambilan keputusan dengan melihat nilai signifikan dan simbol (*) yang terdapat pada *mean difference*. Simbol yang digunakan berupa huruf a, b, c, dan seterusnya. Data di atas benar adanya tidak menunjukkan signifikansi. Berarti tidak terdapat pengaruh level kedalaman (BRL 1–BRL 10) terhadap laju pertumbuhan *E. cottonii* di perairan Pulau Kelagian. Hasil analisis data yang menunjukkan tidak adanya pengaruh level kedalaman terhadap laju pertumbuhan akan tetapi laju pertumbuhan harian rata-rata tiap level kedalaman $< 2\%$ /hari. Menurut Ask dan Azanza (2002), Anggadiredja, *et al.* (2006), Syahlun (2013), laju pertumbuhan $> 2\%$ /hari adalah laju pertumbuhan terbaik dan disarankan untuk budi daya rumput laut (*seaweed*).



Berdasarkan data laju pertumbuhan dan analisis data, budi daya rumput laut di perairan Pulau Kelagian dimungkinkan untuk dilakukan hingga level BRL 10 (630 cm dari permukaan).

Pertumbuhan *E. cottonii* yang tidak optimal ($<2\%$ /hari), diduga bibit yang digunakan tidak begitu baik dan sudah mengalami kejenuhan dalam proses pertumbuhannya. Bibit rumput laut yang digunakan umumnya berasal dari sisa panen sebelumnya dan telah digunakan berulang-ulang. Kondisi ini yang menjadi penyebab jenuhnya pertumbuhan rumput laut. Bibit yang baik berasal dari benih yang baru, misalnya dari hasil kultur jaringan. Selain itu terdapat beberapa faktor lingkungan yang tidak berada dalam kondisi yang optimum untuk mendukung pertumbuhan *K. alvarezii*. Arus, nitrat dan fosfat adalah tiga faktor lingkungan yang berada di bawah kisaran optimum untuk pertumbuhan. Faktor-faktor ini diduga menjadi penyebab rendahnya nilai pertumbuhan *K. alvarezii*.

Lily Publishing







Lily Publisher

BAB 5

INDUSTRI PENGOLAHAN RUMPUT LAUT SKALA RUMAH TANGGA (UMKM)



5.1. PENGOLAHAN PASCAPANEN

Pengolahan pascapanen adalah salah satu titik krusial untuk keberhasilan dan keberlangsungan usaha budi daya rumput laut. Umumnya pembudidaya rumput laut menjual hasil panen berupa rumput laut kering (30%). Kondisi ini sangat berpengaruh pada harga. Tidak jarang saat panen raya harga rumput laut jatuh, sementara pembudidaya tidak dapat berbuat banyak selain menjual dengan harga murah. Pengolahan pascapanen diharapkan dapat menjadi solusi atas persoalan harga rendah saat panen raya. Produk yang dihasilkan selain memiliki nilai ekonomis yang jauh lebih tinggi, juga dapat disimpan lebih lama.

Langkah awal pengolahan pascapanen adalah mencuci rumput laut yang baru saja dipanen agar rumput laut bebas dari kotoran yang menempel. Kotoran dapat berupa substrat, batu karang, kayu maupun rumput laut lain yang dianggap sebagai gulma dan sumber penyakit. Setelah bersih, rumput laut dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari. Penjemuran dapat dilakukan dengan alas gedek bambu atau bahan lain yang memungkinkan. Pengeringan sebaiknya dilakukan sampai kadar air sekitar 12%. Ciri-cirinya, akan muncul rasa sakit pada telapak tangan bila meremas rumput laut tersebut. Pada umumnya rumput laut yang dijual pembudidaya berkadar air 30%. Rumput laut ini masih memerlukan proses lanjutan untuk mencapai kualitas yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pasar.

Sebaiknya hasil panen dijemur saat matahari terik. Udara lembab dan hujan akan menurunkan kualitas rumput laut. Akan lebih baik lagi jika ada mesin pengering. Saat musim hujan, rumput laut hasil panen

harus diperlakukan dengan lebih hati-hati. Proses pengeringan dapat dilakukan dengan mengangin-anginkan rumput laut pada rak/para-para dengan cara diikat dan digantung. Cara ini dapat mencegah terjadinya penurunan kualitas. Mesin pengering menjadi solusi yang tepat untuk pengeringan di musim hujan atau di cuaca yang kurang mendukung.

Rumput laut yang telah kering kemudian dibersihkan dari kotoran yang menempel, seperti garam, substrat ataupun pecahan karang, dan pasir. Proses ini dapat dilakukan menggunakan alat penyaring (ayakan). Rumput laut yang sudah kering dan bersih kemudian dimasukkan ke dalam karung atau plastik untuk disimpan atau dijual.

Pembudidaya rumput laut di Indonesia umumnya menjual rumput laut hasil panen dalam bentuk setengah kering. Hal itu jelas kurang menguntungkan. Selain rentan mengalami penurunan kualitas, harga jualnya pun rendah. Diperlukan penyuluhan dan edukasi di tingkat pembudidaya untuk meningkatkan kualitas hasil panen dengan melakukan pengeringan secara benar. Kualitas yang baik akan meningkatkan harga dan daya saing produk. Kendala yang dihadapi pembudidaya rumput laut, selain pengetahuan yang minim, kebutuhan hidup dan ekonomi, peralatan, lokasi dan sarana pendukung juga menjadi kendala untuk mengolah hasil panen.

Secara tradisional beberapa kelompok pembudidaya rumput laut di Indonesia telah berupaya mengolah rumput laut. Sistem, teknik, dan peralatan yang digunakan mengacu pada beberapa hal, antara lain:

1. Lokasi penjemuran biasanya berada di atas laut atau di tepi pantai. Penjemuran di atas laut memiliki beberapa keunggulan, antara lain



rumput laut yang dihasilkan relatif lebih bersih karena jauh dari kotoran seperti pasir dan lainnya.

2. Tempat penjemuran dibuat dari kayu yang dilapisi bambu atau kayu lain sebelum diberi alas terpal. Selain berfungsi untuk menjaga agar rumput laut yang dijemur tidak jatuh ke laut dan tetap bersih, terpal juga berguna sebagai pelindung dari air saat hujan turun. Tempat menjemur ini biasanya disebut para-para, bale-bale atau tirsan.
3. Penjemuran dapat juga dilakukan di atas tanah yang dilapisi semen atau dialasi terpal/plastik.
4. Beberapa pembudidaya menjemur hasil panen dengan cara menggantungnya.

Pengolahan rumput laut pascapanen yang telah diolah sedemikian rupa hingga kering memiliki beberapa tujuan dan keunggulan sebagai berikut:

1. Produk hasil panen tidak busuk saat disimpan sehingga dapat disimpan dalam waktu lebih lama (awet).
2. Mutu dan kualitas rumput laut dapat terjaga dengan baik.
3. Mengurangi massa dan volume. Rumput laut yang telah kering memiliki massa relatif lebih kecil (berkurang 70%) dengan volume yang juga lebih kecil jika dibanding dengan yang masih basah. Kondisi ini tentu akan mengurangi biaya produksi, pengepakan dan pengangkutan.
4. Rumput laut kering lebih laku dan lebih disukai pedagang dan pengepul. Umumnya kadar rumput laut yang dibeli memiliki kadar air 30% dengan kadar kotoran 4–5%.

Saat ini alat ukur kadar air yang *portable* ataupun hasil laboratorium untuk mengetahui kandungan kadar air rumput laut masih belum familiar di kalangan pembudidaya rumput laut. Pengukuran kadar air dilakukan secara tradisional dengan mengandalkan pengalaman. *Grader* biasanya sudah dapat menerka kadar air rumput laut hanya dengan menggenggam rumput laut yang akan dibeli. Teknik ini sudah digunakan sangat lama dan masih menjadi andalan kalangan pedagang dan pengepul.

Proses pengeringan yang mengandalkan cuaca dan cahaya matahari sebagai sumber panas memiliki waktu yang berbeda-beda. Dalam kondisi yang terik dan cuaca yang baik, proses pengeringan berlangsung 3-5 hari. Akan menjadi lebih lama saat cuaca kurang baik dan hujan, yang terkadang membutuhkan waktu hingga 7–14 hari. Lamanya proses pengeringan ini ditentukan oleh beberapa hal, yaitu:

1. Kondisi cuaca dan musim
2. Ketersediaan tenaga kerja/SDM
3. Sistem, sarana, dan prasarana pengeringan yang tersedia
4. Metode pengeringan
5. Jumlah rumput laut hasil panen
6. Ketersediaan lahan

Proses pengeringan rumput laut hasil panen selain untuk memenuhi *grade* pasar tertentu juga untuk menghindari penurunan kualitas hasil panen. Rumput laut hasil panen yang menumpuk terlalu lama akan mengalami berbagai proses biologis, misalnya fermentasi. Pada proses ini akan dihasilkan beberapa zat, seperti gas, air, dan energi. Gas yang dihasilkan dapat berupa karbon dioksida (CO_2), gas metan (CH_4),



amoniak (NH_4), dan zat lain yang akan mengurangi massa berat rumput laut atau menurunkan kualitas kandungan zat yang ingin didapatkan. Proses pengeringan yang lama, selain akan mengalami proses tersebut, juga akan membuat susut bahan rendemen. Proses pengeringan seyogyanya dilakukan secepat mungkin dan meminimalisir terjadinya proses biologis di dalamnya.

Kadar dan kandungan rumput laut kering dipengaruhi berapa faktor, antara lain:

1. Jenis dan kualitas rumput laut yang dibudidayakan.
2. Umur panen. Umur panen yang baik adalah 42-49 hari atau 6-7 minggu. Pada beberapa penelitian, semakin lama umur panen tidak signifikan dalam meningkatkan berat rendemen.
3. Kadar air.
4. Cuaca dan musim. Faktor ini berpengaruh pada proses pengeringan yang dilakukan secara tradisional. Proses pengeringan yang dilakukan menggunakan mesin pengering tentu tidak terpengaruh oleh cuaca dan musim.
5. Lama pengeringan. Semakin lama pengeringan maka akan semakin menurun kualitas dan massa rendemen yang dihasilkan.
6. Metode pengeringan.
7. Tempat, sarana, dan proses pengeringan.

Diperlukan riset yang lebih dalam untuk melihat pengaruh lama pengeringan, proses pengeringan terhadap kandungan rendemen yang dihasilkan.



Gambar 5.1 Para-para tempat menjemur rumput laut
(Sumber: Aren Foundation; <http://arenfoundation.blogspot.com>)

5.2. PENGOLAHAN RUMPUT LAUT MENJADI BUBUK AGAR DAN KARAGENAN

Proses pengolahan rumput laut menjadi bahan baku atau bahan setengah jadi dapat dilakukan oleh pembudidaya rumput laut. Akan tetapi, kurangnya edukasi dan pengetahuan menjadi kendala bagi mereka untuk melakukannya. Umumnya, pembudidaya menjual hasil panen berupa bahan mentah, rumput laut basah, atau kering. Padahal jika diolah menjadi bahan jadi atau bahan setengah jadi, tentu akan meningkatkan mutu dan nilai ekonomisnya. Proses pengolahan juga akan membuat umur simpan rumput laut hasil menjadi semakin lama sehingga nilai jual yang selalu rendah saat panen raya dapat dihindari.

Pada bagian ini akan dijelaskan secara singkat dan sederhana proses pengolahan rumput laut jenis *Gracilaria* sp. dan *Eucheama* sp. menjadi bubuk agar-agar dan karagenan.

5.2.1. Pengolahan Rumput Laut menjadi Agar-agar Kertas dan Serbuk

Pengolahan rumput laut menjadi agar-agar kertas dan serbuk dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Pada tahap awal, siapkan rumput laut *Gracilaria* sp. dengan berat 10 kg atau sesuai kebutuhan. Semakin berat/banyak rumput laut yang akan diolah maka akan membutuhkan wadah yang semakin besar.



Gambar 5.2 *Gracilaria* sp.

2. Rumput laut yang akan diolah dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran yang menempel, seperti pasir, karang, dan benda asing lain sampai benar-benar bersih.



Gambar 5.3 Pemberian air pembersihan

3. Kapur tohor (CaCO_3) dilarutkan ke dalam air dengan perbandingan 1:5. Pemberian kapur tohor ini akan membuat rumput laut yang akan diolah menjadi agak pucat.



Gambar 5.4 Larutan kapur tohor

4. Masukkan rumput laut yang telah bersih ke dalam wadah yang berisi larutan kapur tohor. Aduk hingga merata dan semua bagian thallus yang akan diolah terendam larutan. Proses ini dilakukan hingga terjadi perubahan warna rumput laut dari yang awalnya merah (Gambar 5.2) menjadi berwarna kekuningan (Gambar 5.5).



Gambar 5.5 Proses pemberian kapur

5. Angkat rumput laut yang telah menjadi kekuningan. Bersihkan dengan air bersih hingga bersih dari kapur tohor.



Gambar 5.6 Pembersihan rumput laut dari larutan kapur tohor

6. Rumput laut yang sudah bersih kemudian dipilah-pilah. Pada langkah ini jenis rumput laut selain *Gracilaria* sp. dipisahkan agar tidak ikut diolah. Jika tercampur dengan jenis lain, dikhawatirkan rumput laut itu bukan dari jenis yang menghasilkan agar.



Gambar 5.7 Proses pemilahan rumput laut

7. Setelah benar-benar bersih, tidak bercampur dengan rumput laut jenis lain, rumput laut kemudian dimasukkan dalam kantong (Gambar 5.8).



Gambar 5.8 Memasukkan rumput laut ke dalam kantong

- Langkah selanjutnya adalah perebusan. Rumput laut di dalam kantong tersebut dimasukkan dalam drum yang berisi air, direbus dalam air mendidih kurang lebih selama 120–150 menit (Gambar 5.9 dan 5.10).



Gambar 5.9 Kantong Rumput laut dimasukkan ke dalam drum pemasak



Gambar 5.10 Rumput laut yang telah melewati 2,5 jam perebusan

- Setelah mendidih, thallus rumput laut yang sudah direbus diperiksa apakah teksturnya telah menjadi lembut. Jika sudah lembut,

angkat kantong-kantong tadi dan tuangkan isinya ke dalam bak penampung (Gambar 5.11).



Gambar 5.11 Rumput laut yang telah melewati proses perebusan

10. Lakukan proses penghancuran rumput laut yang telah direbus dengan ditumbuk menggunakan kayu (alu) hingga hancur dan lembut. Tingkat kelembutan hasil penumbukan ini akan menentukan jumlah agar yang dihasilkan (Gambar 5.12).



Gambar 5.12 Proses pelembutan

11. Setelah penumbukan selesai, rumput laut kembali dimasukkan ke dalam drum pemasak untuk direbus dan diaduk-aduk selama 5 menit (Gambar 5.13).



Gambar 5.13 Pemasukan rumput laut ke dalam drum untuk direbus kembali

12. Selama perebusan, sebaiknya rumput laut terus diaduk hingga merata (Gambar 5.14).



Gambar 5.14 Rebusan terus diaduk

13. Hasil dari perebusan kemudian disaring. Penyaringan dilakukan dengan memindahkan air rebusan rumput laut ke dalam bak yang di atasnya diletakkan kain penyaring. Langkah ini untuk memisahkan sisa rumput laut yang tidak hancur (Gambar 5.15).



Gambar 5.15 Proses penyaringan

14. Hasil penyaringan rumput laut ditampung dalam wadah (Gambar 5.16).



Gambar 5.16 Hasil penyaringan

15. Dari penyaringan dihasilkan residu yang terdapat di atas kain penyaring (Gambar 5.17). Residu sebaiknya ditampung karena dapat diolah menjadi bahan pakan ternak, campuran pellet ikan, dll.



Gambar 5.17 Sisa hasil penyaringan

16. Residu yang tersaring dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti pakan ternak dan makanan tambahan untuk ikan. Residu ini harus dijemur terlebih dahulu sebelum digunakan atau disimpan (Gambar 5.18).



Gambar 5.18 Jemuran sisa rumput laut

17. Setelah didapatkan hasil saringan terbaik, langkah selanjutnya adalah menambahkan KOH. Fungsi dari KOH adalah untuk mempercepat proses pembekuan. KOH (Kalium Hydroxide) digunakan sebagai katalisator rumput laut untuk meningkatkan dan menjaga *gel strength* agar. Pada tahap ini yang pertama harus dilakukan adalah menyiapkan wadah untuk tempat KOH dan sendok teh. Takaran yang digunakan untuk membantu proses pembekuan yakni tujuh (7) sendok teh / 1 bak hasil saringan atau 1 kg KOH / 1 drum perebusan. Proses ini perlu dilakukan dengan hati-hati karena cairan KOH berbahaya bila mengenai kulit. Masukkan tujuh (7) sendok KOH bersamaan dengan pengadukan sehingga KOH terlarut dengan baik (Gambar 5.19).



Gambar 5.19 Proses pencampuran KOH dengan cairan agar

18. Siapkan gayung dan cetakan untuk menampung cairan agar terlebih dahulu. Angkat agar hasil pelarutan dengan KOH untuk dituangkan ke cetakan *stainless steel*. Setelah semua terisi penuh, diamkan cair-

an selama 12 jam supaya membeku. Lakukan penuangan dengan hati-hati karena cairan dalam kondisi panas (Gambar 5.20.)



Gambar 5.20 Gayung penuang cairan agar

19. Susunan cetakan yang digunakan sebagai tempat menampung hasil perebusan dan penyaringan disajikan pada Gambar 5.21.



Gambar 5.21 Loyang *stainless steel*

20. Proses penuangan cairan agar-agar dari bak ke dalam cetakan yang tersusun di atas meja produksi disajikan pada Gambar 5.22 dan 5.23.



Gambar 5.22 Proses penuangan cairan agar



Gambar 5.23 Proses penuangan cairan agar

21. Cetakan sebaiknya diisi sampai penuh hingga (Gambar 5.24). Cairan agar didiamkan di dalam cetakan hingga 12 jam hingga membeku.



Gambar 5.24 Loyang yang telah terisi penuh

22. Sebelum proses pemotongan agar dilakukan sebaiknya meja pemotongan disiapkan terlebih dahulu. Meja pemotongan sebaiknya terbuat dari bahan tahan karat (*stainless steel*). Lihat Gambar 5.25.



Gambar 5.25 Meja pemotongan agar yang terbuat dari *stainless steel*

23. Langkah selanjutnya adalah mengeluarkan agar-agar beku dari loyang ke atas meja untuk dipotong (Gambar 5.26). Angkat cetakan ke atas meja *stainless steel*. Pelepasan agar dilakukan dengan memiringkan salah satu sisi cetakan hingga sisi atas cetakan miring

ke salah satu sisi (samping). Setelah itu, balikkan sisi atas agar ke bawah. Lakukan dengan hati-hati supaya tangan tidak sampai terjepit. Setelah terlepas, agar-agar siap untuk dipotong (Gambar 5.26 dan 5.27).



Gambar 5.26 Posisi saat akan mengeluarkan agar dari cetakan

24. Agar-agar yang telah dilepas dari cetakan diletakkan di atas meja, siap dipotong sesuai kebutuhan (Gambar 5.27).



Gambar 5.27 Agar yang sudah terlepas dari cetakan

25. Agar beku yang telah terlepas siap untuk dipotong. Sebelum proses pemotongan dilakukan, siapkan alat pemotong dan sarung tangan karet. Pemotongan dilakukan dengan meletakkan alat pemotong di ujung depan agar-agar kemudian ditarik ke belakang. Alat untuk memotong agar-agar disajikan pada Gambar 5.28.



Gambar 5.28 Alat pemotong

26. Pemotongan sebaiknya dilakukan dengan hati-hati agar potongan agar yang didapatkan tidak rusak. Teknik memotong agar-agar disajikan pada Gambar 5.29.



Gambar 5.29 Posisi pemotongan

27. Setelah pemotongan selesai, siapkan kain belacu. Fungsi dari kain belacu adalah sebagai pembungkus potongan agar. Kain belacu yang telah disiapkan sebelumnya dibentangkan di atas meja. Kemudian angkat secara perlahan agar yang telah terpotong ke atas permukaan kain belacu. Proses ini harus dilakukan dengan hati-hati supaya tekstur agar yang dihasilkan tidak rusak. Selanjutnya, lipat kain belacu dan lakukan proses yang sama hingga potongan agar tadi habis. Susun dengan menumpuk agar-agar. Proses ini biasanya dilakukan dua orang. Kain belacu yang digunakan untuk membungkus agar-agar disajikan pada Gambar 5.30.



Gambar 5.30 Kain belacu

28. Proses pengangkatan agar-agar yang telah dipotong ke atas kain belacu disajikan pada Gambar 5.31.



Gambar 5.31 Proses pengangkatan agar

29. Tahap selanjutnya adalah proses pelipatan kain di mana agar-agar sudah diletakkan. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 5.32.



Gambar 5.32 Proses pembungkusan

30. Proses penyusunan agar-agar yang telah terbungkus kain belacu disajikan pada Gambar 5.33.



Gambar 5.33 Penyusunan agar-agar

31. Setelah pembungkusan selesai, angkut bungkusan ke wadah pengepressan untuk dipres. Susun agar-agar dengan rapi dengan dilapisi plastik di atas permukaan agar. Pasang plastik untuk melapisi permukaan agar-agar dan penutup. Letakkan penutup dan letakkan beban di atas penutup tersebut. Langkah ini bertujuan untuk menghilangkan air yang ada di dalam agar-agar. Proses pengepresan berlangsung selama 12 jam untuk mengeluarkan air hingga tebal irisan mencapai 0,2–0,3 cm.



Gambar 5.34 Tempat Pengepresan

32. Angkat agar-agar dari kotak pengepresan dengan hati-hati supaya agar-agar tidak patah ataupun jatuh (Gambar 5.35).



Gambar 5.35 Pengangkatan agar

33. Agar-agar yang telah disusun dimasukkan dalam kotak pengepresan. Proses penyusunan agar-agar di dalam kotak pengepresan disajikan pada Gambar 5.36.



Gambar 5.36 Penyusunan agar-agar ke dalam kotak pengepresan

34. Setelah semua tersusun dalam kotak, bagian atas dilapisi plastik seperti Gambar 5.37.



Gambar 5.37 Proses penyusunan agar

35. Selanjutnya penutup kotak dipasang pada bagian atas (Gambar 5.38).



Gambar 5.38 Penutup tempat pengepressan

36. Pada bagian atas penutup kotak diletakkan pemberat. Pemberat dapat berupa jeriken yang telah diisi air atau benda berat lain yang memiliki fungsi untuk mengeluarkan air dari agar-agar (Gambar 5.39).



Gambar 5.39 Peletakan beban di atas kotak press

37. Setelah 12 jam, angkat agar-agar yang telah dipress kemudian jemur agar kering. Penjemuran dilakukan selama 3–4 hari bila kondisi cuaca baik. Jika kondisi cuaca kurang baik maka akan memakan waktu 1 minggu. Pengeringan juga dapat dilakukan dengan oven. Hasil pengepresan agar-agar ditunjukkan pada Gambar 5.40.



Gambar 5.40 Hasil pengepresan

38. Penjemuran agar-agar dapat dilakukan setelah melalui tahapan ini. Penjemuran dilakukan di bale-bale yang terbuat dari bambu atau di atas lantai yang dilapisi terpal agar tidak kotor. Penjemuran di atas bale-bale lebih disarankan.



Gambar 5.41 Proses penjemuran

39. Penyusunan agar-agar pada meja penjemuran disajikan pada Gambar 5.42.



Gambar 5.42 Penyusunan agar pada tirisan/jemuran

40. Agar-agar yang telah tersusun pada meja penjemuran disajikan pada Gambar 5.43.



Gambar 5.43 Proses penyusunan agar telah selesai

41. Setelah proses penjemuran selesai, selanjutnya dilakukan proses pelepasan kain belacu hingga bentuk agar kertas secara keseluruhan terlihat. Agar telah menjadi agar kertas yang siap digunakan atau diolah lagi menjadi bentuk lain (Gambar 5.44).



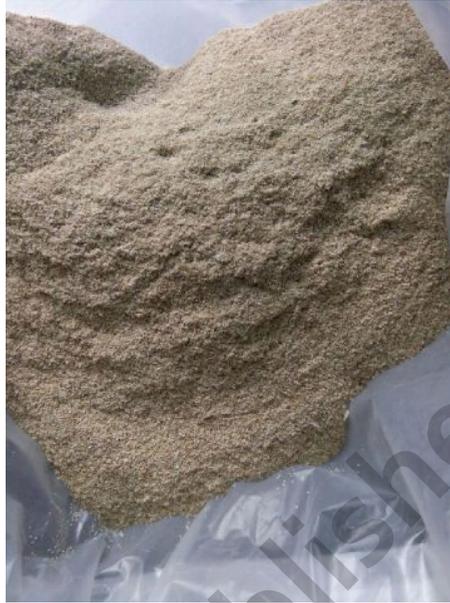
Gambar 5.44 Agar kertas yang telah selesai dijemur dan kering

42. Agar-agar kertas dapat diolah menjadi agar bubuk. Untuk membuat agar bubuk, agar kertas dipotong kecil-kecil terlebih dahulu baru kemudian digiling. (Gambar 5.45).



Gambar 5.45 Sobekan agar kertas

43. Untuk menggiling agar kertas dapat digunakan mesin giling yang ada di pasaran. Semakin baik kualitas mesin penggiling maka akan semakin baik hasilnya. Agar kertas yang telah dipotong kecil-kecil dimasukkan ke dalam mesin penggiling dan mesin penggiling kemudian dijalankan. Hasil akhirnya berupa agar serbuk sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.46.



Gambar 5.46 Agar dalam bentuk serbuk

Pemanfaatan Agar Serbuk

Agar-agar serbuk hasil pengolahan memiliki berbagai macam manfaat berikut:

- 1. Bahan untuk bidang farmasi.** Manfaat agar-agar dalam bidang farmasi antara lain sebagai obat pencahar atau peluntur, bahan pembungkus kapsul alami yang bebas gelatin, dan bahan campuran pencetak gigi pada kedokteran gigi.
- 2. Bahan pangan,** seperti puding, agar-agar, jelly, dan berbagai macam produk olahan lain yang menggunakan agar-agar sebagai bahan dasar ataupun bahan tambahan. Pemanfaatan agar-agar dari rumput laut sangat baik karena mampu membentuk gel pada bahan pangan. Menurut Otomo (2011), agar-agar yang didapatkan dari

proses ekstraksi rumput laut *Gracilaria* dan *Gelidium* mempunyai kemampuan yang baik dalam pembentukan gel yang berguna untuk bahan tambahan makanan. Hidrokoloid yang didapatkan dari rumput laut (seperti agar-agar, karagenan, dan alginat) berfungsi sebagai bahan stabilisator, pengental, pembentuk gel dan pengemulsi. Nafed (2011), menambahkan bahwa agar-agar banyak dimanfaatkan dalam industri makanan, seperti dalam pembuatan roti, sup, saus, es krim, jelly, permen, es campur, keju, puding, selai, bir, anggur dan kopi.

- 3. Campuran nasi.** Rumput laut dapat dicampurkan pada nasi. Selain untuk memberikan cita rasa dan aroma yang lebih enak, juga sangat baik sebagai tambahan serat yang baik untuk pencernaan. Penambahan rumput laut ke dalam makanan dapat memengaruhi daya cerna dari pati dan kandungan serat pangan pada beras yang dihasilkan. Semakin tinggi persentase penambahan serat rumput laut, semakin menurun daya cerna atas patinya (Faridah, 2005, dalam Setiawati, *et al.*, 2014). Santoso (2011), dalam Setiawati, *et al.* (2014), menyatakan untuk mengikat dan menyerap glukosa dibutuhkan serat pangan. Diet cukup serat menyebabkan terjadinya karbohidrat dan serat kompleks sehingga membuat daya cerna pati berkurang. Kondisi tersebut dapat meredam kenaikan glukosa darah dan menjadikannya gula darah dapat terkontrol dengan baik.
- 4. Bahan tambahan di berbagai industri.** Rumput laut memiliki sifat yang baik sebagai pengemulsi, penstabil dan pembuat gel sehingga banyak dipergunakan di berbagai sektor industri, seperti industri kimia, farmasi, kosmetik, tekstil, dan lainnya.

5.2.2. Pengolahan Rumput Laut menjadi Karagenan

Selain dapat diolah menjadi tepung agar-agar, rumput laut juga dapat diolah menjadi tepung karagenan. Rumput laut jenis *Euchema* sp. umumnya dapat diolah menjadi karagenan. Sementara *Gracilaria* sp. dan *Gelidium* sp. dapat diolah menjadi tepung agar-agar. Proses pengolahan ini dapat dilakukan secara mandiri di industri skala rumah tangga dan tidak membutuhkan biaya yang banyak, alat, dan bahan yang banyak, dan juga tidak membutuhkan penguasaan teknologi yang tinggi (*hi-tech*).

1. Proses Pencucian *Euchema* sp.

Pada tahap awal, rumput laut hasil budi daya atau pun hasil panen dari alam dicuci sampai bersih menggunakan air tawar dan kapur tohor. Pencucian ini selain untuk menghilangkan substrat lumpur dan pasir yang menempel juga untuk membersihkan thallus dari pecahan karang maupun garam. Pencucian dilakukan beberapa kali hingga bersih, bebas dari kotoran. Pencucian dilakukan menggunakan wadah ember, baskom atau pun bak (Gambar 5.47).



Gambar 5.47 Pencucian rumput laut dengan air tawar dan kapur tohor

2. Perebusan

Setelah bersih maka rumput Lut kemudian direbus selama 3 jam. Tekstur rumput laut setelah direbus lebih lembut sehingga lebih mudah untuk dihancurkan secara mekanis dengan ditumbuk. Setelah benar-benar lembut maka rumput laut direbus kembali hingga mendidih untuk kemudian didinginkan dan ditambah KOH, NaOH atau pun Ca(OH) untuk mengeluarkan kandungan bahan karagenannya. Bahan kimia itu dapat diganti dengan air kelapa, tetapi akan memakan biaya yang cukup tinggi dan tidak praktis.



Gambar 5.48 Perebusan rumput laut

3. Proses Pencetakan

Cetakan yang digunakan sebaiknya berbahan *stainless steel*. Selain kuat dan ringan, bahan ini juga tidak berkarat. Sebaiknya jangan menggunakan cetakan besi yang diberi lapisan seperti *chrom*. Bahan tersebut akan berkarat saat lapisan pelindungnya mulai menipis.

Bahan yang dilapisi *croom* memiliki medan magnet sedangkan *stainless steel* tidak memiliki medan magnet. Proses pencetakan karagenan harus dilakukan dengan cepat dan cermat. Pencetakan harus dilakukan dengan cepat karena larutan karagenan cepat mengental. Proses pencetakan karagenan ditunjukkan pada Gambar 5.49.

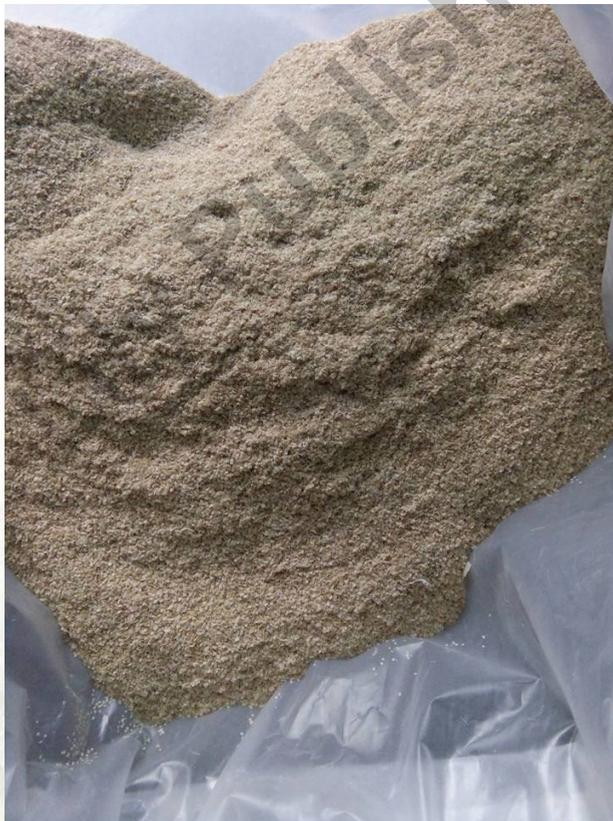


Gambar 5.49 Pencetakan dan pengentalan larutan karagenan

Larutan karagenan yang telah membeku diangkat dan ditiriskan di meja untuk dipotong. Meja sebaiknya terbuat dari bahan antikerat seperti alumunium dan *stainless steel*. Pemotongan karagenan harus dilakukan dengan cermat agar material yang dihasilkan tidak rusak. Hasil pemotongan berupa lembaran-lembaran karagenan yang tipis dengan ketebalan 0,2–0,4 cm yang selanjutnya disebut karagenan kertas atau lembaran. Karagenan kertas ini dipress untuk menghilangkan cairannya hingga mempercepat pengeringannya. Pengepresan untuk mengurangi kadar air membutuhkan waktu cukup lama, yaitu 1

hari karena karagenan memiliki tingkat kekenyalan yang tinggi dan serat yang padat sehingga lebih sulit untuk mengeluarkan air yang terkandung di dalamnya.

Setelah pengepresan selesai, lembaran karagenan kertas dijemur di tirisan/bale-bale hingga kering. Lembaran karagenan yang telah kering siap diolah menjadi tepung karagenan dengan menggilingnya menggunakan mesin penggiling. Biasanya tepung karagenan memiliki tekstur yang lebih kasar dibanding tepung agar-agar. Tampilan karagenan yang telah selesai digiling ditunjukkan pada Gambar 5.50.



Gambar 5.50 Tepung karagenan



Kandungan kertas karagenan dan tepung karagenan sama. Tepung karagenan dibuat dari kertas karagenan yang digiling dengan mesin penggiling. Kertas karagenan dan tepung karagenan memiliki pangsa pasar yang berbeda karena pemanfaatannya juga berbeda.

Rumput laut basah jenis *K. alvarezii* akan mengalami penurunan berat saat diolah menjadi rumput laut kering dan tepung karagenan atau kertas karagenan. Pengurangan berat ini dikarenakan banyaknya material yang susut akibat penjemuran dan pencucian. Penyusutan dapat mencapai 60–80% dari bobot awal. Rumput laut *K. alvarezii* dengan berat basah 20 kg, setelah kering karena dijemur akan menyusut menjadi 8,5–10 kg. Beratnya akan semakin berkurang setelah diolah menjadi tepung karagenan; hingga tinggal 6,5 kg saja.

Usaha pengolahan rumput laut dapat dilakukan oleh siapa saja tanpa memerlukan *skill* dan teknologi yang tinggi. Proses pengolahannya murah dan mudah. Usaha kecil ini dapat meningkatkan nilai jual dan nilai keekonomian rumput laut. Saat harga rumput laut jatuh, pembudidaya rumput laut dapat memproduksi tepung karagenan yang memiliki nilai jual yang jauh lebih baik. Sebagai ilustrasi, sebuah usaha mikro dapat menghasilkan 90 kg tepung karagenan setiap hari. Rumput laut basah yang dapat diolah setiap hari tidak kurang dari 300 kg. Hasilnya memang sangat bergantung pada cuaca. Saat cuaca tidak mendukung, produksi yang dihasilkan maksimal 24 kg tepung karagenan /hari. Nilai jual tepung karagenan saat ini tidak kurang dari Rp. 90.000/kg. Kapasitas industri dapat diperbesar asalkan tersedia modal, sumber daya manusia (SDM), dan pasar.

Salah satu faktor yang perlu mendapat perhatian dalam pengolahan rumput laut adalah penggunaan KOH. Bahan ini sangat berbahaya sehingga perlu dipikirkan alternatif lain dan solusi penggantinya. Salah satu alternatif bahan yang dapat digunakan adalah air kelapa. Bahan ini bukan hal yang sulit untuk didapatkan di Propinsi Sumatera Selatan, di area sekitar tambak, terutama di Kabupaten Banyuasin dan sekitarnya yang dikenal sebagai produsen kopra. Air kelapa di situ dibuang begitu saja dan tidak dimanfaatkan. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh air kelapa terhadap produk agar-agar dan karagenan.

Lily Publisher







Lily Publisher

BAB 6

POTENSI RUMPUT LAUT SEBAGAI SUMBER PRODUK ALAMI LAUT

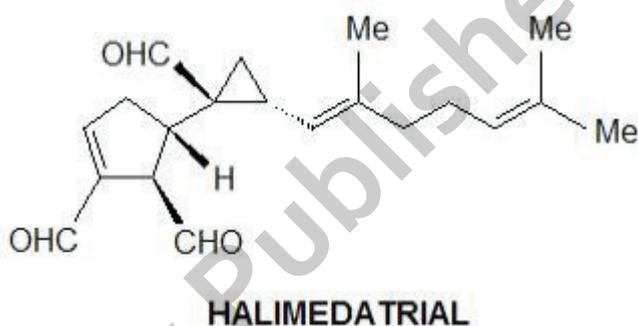


Perkembangan industri farmasi dan obat-obatan di masa yang akan datang tidak akan lepas dari pemanfaatan bahan kimia alam. Saat ini ada kecenderungan pada dunia farmasi untuk kembali ke alam (*back to nature*) di dalam membuat bahan baku obat. Hal ini tidak lepas dari semakin banyaknya penyakit yang resisten atau kebal terhadap obat tertentu yang umumnya bersifat sintesis. Beberapa laporan terakhir yang diterima oleh WHO (*World Health Organization*) dari berbagai negara menyebutkan setidaknya ada di 100 negara ditemukan bakteri penyebab penyakit TBC (*Tuberculosis*) yang sudah resisten terhadap obat-obatan, yang dikenal dengan istilah *Multi Drug Resisten* (MDR). Beberapa laporan juga menyebutkan bahwa ada kecenderungan mulai resistennya virus HIV terhadap obat antiretroviral (ARV) yang merupakan obat untuk penderita HIV/AIDS.

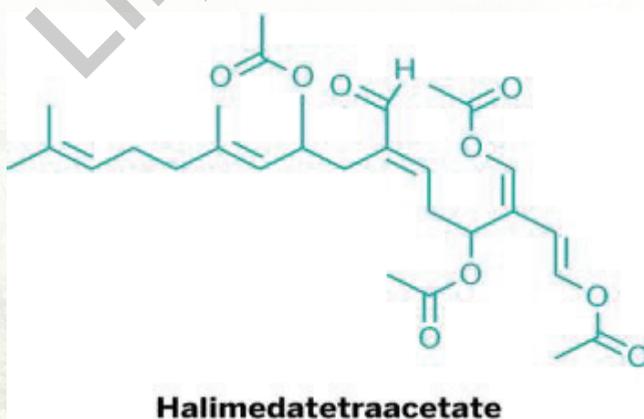
Semakin resistennya beberapa jenis bakteri, jamur dan virus terhadap obat-obatan kimia mendorong para ahli kimia dan farmasi untuk meneliti senyawa kimia berbahan alam sebagai bahan baku obat. Salah satu bahan alam yang prospektif untuk dikembangkan sumber daya laut seperti rumput laut, lamun, terumbu karang, mangrove, dan biota lain.

Beberapa penelitian berhasil menemukan potensi senyawa aktif dari beberapa jenis rumput laut di berbagai belahan dunia. Bahan alam dari laut memiliki ciri dan kekhasan tersendiri dibanding bahan alam yang dihasilkan biota terrestrial. Umumnya senyawa bahan alam yang berasal dari laut adalah senyawa yang baru dan belum dikenal sebelumnya. Menurut Paul dan Venical (1986), telah ditemukan senyawa yang disebut *Halimedatrial* dan *Halimeda tetraacetat* dari genus *Halimeda* sp. yang diduga memiliki potensi senyawa antibakteri (Gambar 6.1 dan

6.2). Laporan lain menyebutkan ditemukan struktur senyawa berupa *Asam oleat* dan β . *Sitosterol* dari jenis *Halimeda gracillis* (Hendri, *et al.*, 2017). Struktur dan senyawa tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.3 dan 6.4. Selain itu juga telah ditemukan senyawa jenis Caulerpin dari rumput laut jenis *Caulerva* sp. Ditemukan juga senyawa antifouling pada tumbuhan lamun (*seagrass*). Saat ini telah berhasil diisolasi tidak kurang 2004 isolat dari berbagai jenis alga, terutama kelompok Rhodophyta, Phaeophyta dan Chlorophyta (Munro, *et al.*, 1999; Faulkner, 2001; Arlyza, 2007).



Gambar 6.1 Halimeda trial (Paul and Fenical 1983, 1986)



Gambar 6.2 Halimeda Tetra asetat (Paul and Fenical 1983)

Manfaat rumput laut sebagai sumber pangan telah sering diteliti di berbagai penjuru dunia. Beberapa di antaranya adalah:

Antikanker. Hasil penelitian *Harvard School of Public Health* di Amerika menyebutkan bahwa ada kecenderungan wanita premenopause di Jepang memiliki kemungkinan tiga (3) kali lebih kecil untuk terkena penyakit kanker payudara dibandingkan wanita premenopause di Amerika Serikat. Kondisi ini diduga karena pola makan wanita Jepang yang lebih baik. Mereka selalu menambahkan rumput laut di dalam menu makanannya. Rumput laut ini diduga memberikan efek positif untuk mencegah berkembangnya sel kanker.

Antioksidan adalah zat yang memiliki kemampuan untuk menangkal radikal bebas dalam tubuh dengan mengikat salah satu ion. Hasil penelitian terbaru menyebutkan beberapa jenis rumput laut dari kelompok *Halimeda* sp., *Sargassum* sp., dan beberapa jenis lain yang mengandung senyawa flavanoid dan fenol diduga merupakan sumber senyawa antioksidan. Hasil uji DPPH menunjukkan kemampuan yang sangat kuat.

Makanan Diet. Kandungan serat (*dietary fiber*) rumput laut sangat tinggi. Serat ini bersifat mengenyangkan dan memperlancar metabolisme tubuh sehingga sangat baik dikonsumsi penderita obesitas. Karbohidratnya juga sukar dicerna sehingga kita akan merasa kenyang lebih lama tanpa takut kegemukan bila memakannya.



6.1. BAKTERI SIMBION PADA BEBERAPA JENIS RUMPUT LAUT

Rumput laut mampu berasosiasi di jaringan dalam dengan berbagai jenis mikroba. Salah satunya adalah berasosiasi dengan bakteri. Bakteri yang hidup berasosiasi di dalam jaringan ini disebut bakteri endofitik. Bakteri ini diduga memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa bioaktif yang mirip atau sama dengan yang dihasilkan rumput laut sebagai inangnya. Hubungan antara rumput laut dan bakteri telah dipelajari dalam beberapa dekade terakhir ini. Diduga bakteri epiphytitik dan endofitik memiliki potensi sebagai penghasil senyawa metabolit sekunder, antimikroba, antibiotik, antioksidan, anti-*fouling* dan lainnya (Hollants, 2012; Janakidevi, *et al.*, 2013; Ibrahim, *et al.*, 2015).

Bakteri endofit diduga telah ada di dalam inangnya sejak tumbuh dan bisa juga masuk karena adanya perlukaan pada rumput laut. Bakteri yang masuk ke dalam inang rumput laut tidak dianggap sebagai ancaman atau sebagai bakteri patogen yang bisa merusak. Bakteri endofit yang bersimbiosis memiliki kelebihan dan kelemahan. Bagi bakteri endofit, hidup di rumput laut berarti mendapatkan tempat tinggal dan makanan. Bagi rumput laut, bakteri endofit akan membantu untuk menghasilkan senyawa bioaktif untuk pertahanan tubuhnya. Simbiosis tersebut juga memiliki kelemahan terhadap rumput laut karena semakin banyak bakteri yang menempel berarti nutrisinya akan semakin habis dan jika tidak terpenuhi maka bakteri tersebut akan menjadikan rumput laut sebagai makanannya. Jika inangnya mati, bakteri endofit akan kehilangan tempat tinggal dan akan mati jika tidak bisa beradaptasi dengan lingkungan baru. Simbiosis antara

bakteri endofit dan inang akan menguntungkan jika pertumbuhan rumput laut optimum dan pertumbuhan bakteri endofit cenderung konstan. Simbiosis tersebut akan merugikan jika pertumbuhan rumput laut kurang baik dan pertumbuhan bakteri meningkat terus-menerus. Penyakit *ice-ice* diduga karena pertumbuhan rumput laut tidak baik dan bakteri endofit yang menempel terus tumbuh dan memakan nutrisi inangnya sampai thallus rumput laut tersebut memutih. Penyakit *ice-ice* pada rumput laut pertama kali dipopulerkan tahun 1970-an oleh pembudidaya rumput laut di Filipina.

Potensi lainnya adalah biofilm antara bakteri endofit terhadap inangnya. Biofilm merupakan asosiasi yang dibentuk oleh beberapa bakteri untuk mempertahankan diri dari berbagai ancaman dari dalam dan luar. Menurut beberapa penelitian, biofilm menghasilkan senyawa kimia baru yang belum diketahui. Bakteri tersebut berasosiasi dengan menghasilkan senyawa seperti dinding sel berfungsi untuk pertahanan diri. Asosiasi bakteri endofit ini juga dilakukan di rumput laut karena bakteri yang terdapat di rumput laut memiliki ragam jenis yang apabila tidak saling mendukung maka akan berdampak terhadap bakteri tersebut dan terhadap rumput laut sebagai inangnya.

Hasil penelitian terkini pada delapan jenis rumput laut dari perairan Pulau Maspari ditemukan beberapa jenis bakteri simbion. Hingga buku ini ditulis, baru tiga jenis rumput laut yang berhasil diidentifikasi jenis bakteri simbionnya. Ketiga jenis rumput laut tersebut adalah *H. micronesica*, *H. macroloba*, dan *A. fragilissima*. Seluruh bakteri yang berhasil diisolasi termasuk jenis bakteri gram negatif, bentuk sel *mono basil*, *mono cocci diplo basil* dan *strepto cocci*. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Bakteri simbion pada rumput laut

No	Jenis Rumput Laut	Jenis Bakteri Simbion Yang ditemukan	Bentuk Sel dan Pewarnaan Gram
1.	<i>Halimeda micronesiaa</i> (Hendri et al, 2017) Belum dipublikasikan	<i>Salmonella</i> sp. <i>Neisseria</i> sp.	<i>monobasil</i> (gram negatif) <i>monococci</i> (gram negatif)
2.	<i>Halimeda macroloba</i> (Nuril et al. 2017) Belum dipublikasikan	<i>Yersinia pestis</i> <i>Shigella sonnei</i> <i>Veillonella parvula</i>	<i>mono basil</i> (gram negatif) <i>diplobasil</i> (gram negatif) <i>mono cocus</i> (gram negatif)
3.	<i>Amphiroa fragilissima</i> (Intan et al. 2017) Belum dipublikasikan	<i>K. pneumonia</i> <i>Veillonella</i> sp.	<i>Monobasil</i> (gram negatif) <i>Streptococci</i> (gram negatif)

6.2. RUMPUT LAUT SEBAGAI SUMBER SENYAWA ANTIOKSIDAN

Rumput laut merupakan penghasil senyawa metabolit sekunder, seperti senyawa anti bakteri, anti jamur dan lainnya. Rumput laut juga memiliki potensi sebagai sumber senyawa antioksidan. Demikian pula halnya rumput laut yang berasal dari perairan Pulau Maspari. Terdapat tidak kurang dari 23 jenis rumput laut di perairan tersebut yang berasal dari tiga (3) kelas berbeda, yaitu *Chlorophyta* (alga hijau), *Rhodophyta* (alga merah), dan *Phaeophyta* (alga coklat). Salah satu genus yang cukup dominan adalah kelompok *Halimeda* sp. Kelompok ini cukup mendominasi di daerah *lagoon*, selain jenis *Sargassum* sp. dan *A. fragilissima*. Perbedaannya, untuk jenis *Halimeda* sp. dan *A. fragilissima*, umumnya banyak ditemukan di bagian *lagoon*, sedangkan

jenis *Sargassum* sp. banyak ditemukan di *slope* hingga tubir. Genus *Halimeda* sp. yang ditemukan dominan pada perairan tersebut adalah dari jenis *Halimeda micronesica* sedangkan jenis *Halimeda macroloba* tidak dominan.

H. macroloba memiliki habitat hidup pada daerah substrat berpasir, memiliki thallus hijau (saat mengering thallus berwarna putih kehijauan) dan terdapat *holdfast* pada bagian dasar yang berfungsi sebagai media untuk melekatkan diri (*not a true root*) pada substratnya. Memiliki bentuk yang kaku dan mengandung zat kapur yang tinggi. Bentuknya yang kaku menyebabkan jenis ini dikenal sebagai kaktus laut. Jenis ini memiliki tipe percabangan *dichotomous* dengan thallus berbentuk oval pipih (Gambar 6.5).



Gambar 6.5 *Halimeda macroloba*

Sementara jenis *H. micronesica* memiliki morfologi thallus yang rimbun, *blade* kecil-kecil, melengkung, dan berwarna hijau. Thallus akan berubah warna menjadi putih kehijauan bila lama terekspose udara dan berwarna putih kecoklatan saat kering (mati). Pada bagian dasar (*base*) terdapat *holdfast* yang juga berfungsi sebagai media untuk melekatkan

diri pada substrat. Percabangan thallusnya memiliki tipe *trichotomous*. Segmen-segmen thallus akan membentuk setengah lingkaran seperti bentuk ginjal. Gambar thallus *H. micronesica* dapat dilihat pada Gambar 6.6.



Gambar 6.6 *Halimeda micronesica*

Hasil pengukuran kualitas perairan di Pulau Maspari menunjukkan suhu rata-rata 29.50°C, kandungan DO (*Dissolved oxygen*) 4.50 mg/L, salinitas 32.82% dan pH 7,5. Hasil pengukuran parameter perairan tersebut disajikan pada Tabel 6.3. Nilai parameter lingkungan yang terukur masih dalam batas toleransi pertumbuhan optimum rumput laut secara umum.

Tabel 6.3 Hasil pengukuran parameter perairan di Pulau Maspari

Suhu (oC)	DO (mg/l)	Salinitas (%)	pH
29,50	4,50	32,82	7,5

(Sumber: Hasil Penelitian, 2017)

Tahap selanjutnya, sampel yang diperoleh kemudian dimaserasi bertingkat untuk menghasilkan ekstrak kasar *H. Micronesica*. Penggunaan maserasi bertingkat dengan jenis pelarut yang memiliki tingkat ke-

polaran berbeda ini dilakukan dengan tujuan untuk memudahkan pemisahan senyawa yang terdapat di dalam thallus rumput laut yang larut sesuai dengan tingkat kepolaran masing-masing. Maserasi dengan pelarut n-hexane menghasilkan ekstrak kasar 0,57 gram, pada pelarut etil asetat sebesar 4,45 gram, dan methanol sebesar 18,15 gram. Ekstrak kasar *H. macroloba* dengan pelarut n hexane sebesar 0,68 gram, pada pelarut etil asetat sebesar 4,73 gram dan methanol 21,23 gram (Tabel 6.4).

Tabel 6.4 Hasil ekstraksi *H. micronesica* dan *H. macroloba*

Sampel	Berat Basah (gram)	n-Hexane (gram)	Etil Asetat (gram)	Methanol (gram)
<i>H. micronesica</i>	400	0,57	4,45	18,15
<i>H. macroloba</i>	400	0,68	4,73	21,23

Ekstrak *H. macroloba* memiliki jumlah yang lebih banyak (berat) dibandingkan ekstrak *H. micronesica*. Lama maserasi dan proses evaporasi akan memengaruhi jumlah *crude extract* yang dihasilkan. Semakin lama waktu maserasi akan menyebabkan semakin banyak ekstrak yang terlarut. Proses evaporasi yang terlalu lama akan mengakibatkan ekstrak terlalu kering sehingga sulit dipindahkan dari labu ke tabung vial. Namun apabila terlalu cepat maka ekstrak akan sulit untuk mengering.

Berdasarkan perubahan warna secara kualitatif, ekstrak etil asetat *H. micronesica* mempunyai daya hambat terhadap radikal bebas DPPH. Ekstrak *H. micronesica* dengan pelarut methanol setelah ditambah larutan DPPH tidak mengalami perubahan warna. Ekstrak *H. macroloba* pelarut etil asetat dan methanol setelah ditambah larutan DPPH tidak mengalami perubahan warna. Hal ini membuktikan bahwa



secara kualitatif ekstrak etil asetat dan methanol *H. macroloba* tidak mempunyai daya hambat terhadap radikal bebas DPPH.

Tabel 6.5 Hasil perhitungan regresi linier dan IC_{50} ekstrak *H. micronesica* dan *H. macroloba*

Sampel	Persamaan	R2	IC50 (ppm)	Keterangan
Hmi EA	$y = 1,071x + 3,155$	0,884	52,81	Berpotensi
Hmi M	$y = 0,275x + 3,259$	0,698	2142442,09	Tidak Berpotensi
Hma EA	$y = 0,275x + 3,546$	0,861	193763,84	Tidak Berpotensi
Hma M	$y = 0,352x + 3,155$	0,982	174372,21	Tidak Berpotensi

Keterangan:

Hmi EA = *H. micronesica* Etil Asetat

Hma EA = *H. macroloba* Etil Asetat

Hmi M = *H. micronesica* Methanol

Hma M = *H. macroloba* Methanol

Berdasarkan Tabel 6,5, nilai IC_{50} terendah terdapat pada sampel *H. micronesica* dengan pelarut etil asetat, yaitu 52,81 ppm sedangkan nilai IC_{50} tertinggi terdapat pada sampel *H. micronesica* dengan pelarut methanol, yaitu 2.142.442,09 ppm. Sampel yang berpotensi memiliki aktivitas antioksidan adalah sampel *H. micronesica* dengan pelarut etil asetat. Ketiga sampel yang lain tidak berpotensi sebagai antioksidan karena memiliki nilai IC_{50} yang terlalu tinggi.

Hasil uji fitokimia ekstrak rumput laut *H. micronesica* etil asetat mengandung alkaloid, steroid, dan flavanoid. Ekstrak *H. micronesica* methanol hanya mengandung senyawa alkaloid. Hasil uji fitokimia disajikan pada Tabel 6.6. Berdasarkan hasil uji fitokimia dapat terlihat adanya kandungan senyawa flavanoid pada ekstrak *H. micronesica* (Hmi EA). Menurut Salamah, *et al.* (2008), Redha (2013), Firdiyani, *et al.* (2015), flavanoid adalah senyawa aktif yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan.

Tabel 6.6. Uji fitokimia ekstrak *H. micronesica*

Parameter	Hmi EA	Hmi M
Alkaloid	+	+
Steroid	+	-
Terpenoid	-	-
Tanin	-	-
Saponin	-	-
Flavanoid	+	-

Hmi EA : *H. micronesica* dalam pelarut etil asetat

Hmi M : *H. micronesica* dalam pelarut metanol

Ekstrak methanol *H. micronesica* memiliki aktivitas antioksidan yang lemah. Berdasarkan hasil uji fitokimia, ekstrak tersebut hanya mengandung senyawa alkaloid yang berfungsi sebagai antibakteri seperti yang dikemukakan oleh Robinson (1995) dalam Darsana, et al. (2012). Sedangkan ekstrak *H. micronesica* dalam pelarut etil asetat memiliki kandungan senyawa flavanoid yang merupakan senyawa aktif antioksidan. Akan tetapi perlu dilakukan uji lebih lanjut untuk mengetahui jenis senyawa antioksidan tersebut. Salah satu cara untuk mengetahui jenis senyawa oksidan adalah dengan melakukan pengkoloman dengan kolom kromatografi, uji kromatografi lapis tipis (KLT), dan uji NMR. Saat ini sedang dilakukan proses pengkoloman untuk mengisolasi jenis senyawa tersebut dengan kolom kromatografi dan KLT.

Secara alamiah *H. micronesica* akan terpapar sinar matahari di kolom perairan terutama saat air laut surut terendah. Kondisi ini diduga menjadi salah satu sebab adaptasi tumbuhan tersebut terhadap lingkungannya. Paparan sinar matahari yang diterima oleh *H. micronesica* dapat memengaruhi kadar fenolik. Hal tersebut sesuai pernyataan Reyes dan Zevallos (2003) dalam Fithriani D. (2015), bahwa pemicu

stres yang mampu meningkatkan biosintesis kandungan senyawa fenol pada jaringan tumbuhan adalah cahaya matahari. Menurut Djapiala, et al. (2013), senyawa polifenol merupakan senyawa antioksidan terbesar dalam ekstrak tumbuhan.

Hasil uji DPPH pada beberapa jenis rumput laut yang ditemukan di perairan Pulau Maspari menunjukkan hanya jenis *H. micronesica* yang memiliki potensi sebagai sumber senyawa antioksidan alami jika dibanding jenis rumput laut yang lain (Tabel 6.7). Kemampuan antioksidan *H. micronesica* tergolong kuat dengan nilai IC_{50} sebesar 52,81.

Tabel 6.7 Kemampuan antioksidan rumput laut perairan Pulau Maspari (Uji DPPH)

No	Jenis Rumput Laut	Nilai IC 50	
		Pelarut Etil Asetat	Pelarut Metanol
1.	<i>H.micronesica</i>	52,81	2142442.09
2.	<i>Sargassum</i> sp.1	1556,58	79248.29
3.	<i>Caulerpa</i> sp.	19293,98	3981071.71
4.	<i>Sargassum</i> sp.2	91967919,72	-
5.	<i>Amphiroa fragilissima</i>	-	1281694.24
6.	Rumput laut	4682,25	1680985.28
7.	<i>Halimeda</i> sp.1	193763.84	174372.21
8.	<i>Gracilaria</i> sp.	389192026739296000.00	1276798.75

Hasil uji kandungan senyawa antioksidan dengan menggunakan metode DPPH dari delapan (8) jenis rumput laut yang ditemukan di perairan Pulau Maspari (Tabel 6.7), hanya terdapat satu (1) jenis rumput laut dari jenis *Halimeda micronesica* yang memiliki kemampuan antioksidan yang kuat. Kemampuan antioksidan dari jenis rumput laut tersebut dapat dikembangkan dan diteliti lebih jauh. Sedangkan dari jenis yang lainnya hanya memiliki kemampuan antioksidan yang sangat lemah dan belum berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber senyawa antioksidan alamiah laut khususnya dari kelompok rumput laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abreu, M.H., R. Pereira, A. Buschmann, I. Sousa-Pinto, C. Yarish. 2011. Nitrogen uptake responses of *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss under combined and single addition of nitrate and ammonium. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 407 (2): 190-199.
- Aguirre-von-Wobeser, E., F. Figueroa, A. Cabello-Pasini. 2001. Photosynthesis and growth of red and green morphotypes of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta) from the Philippines. *Marine Biology* 138 (4): 679-686.
- Amri, A. 2006. Arahan Pemanfaatan dan Pengelolaan Sumberdaya Kelautan dan Perikanan di Kepulauan Spermonde. *Torani* 5 (2): 297-305.
- Anggadiredjam, J., A. Zalnika, H. Purwoto, S. Istini. 2006. *Rumput Laut*.
- Arifudin, P.R., A. Ahmad. 2001. Penelusuran protein bioaktif dalam makroalga sebagai bahan antibakteri dan antijamur. *Mar Chim Acta*. 2: 11-18.
- Arlyza, I.S. 2007. Bahan aktif dari organisme laut sebagai pengendali biota penempel. *Oseana* 32 (1): 39-48.



- Ask, E.I., R.V. Azanza. 2002. Advances in cultivation technology of commercial Eucheumatoid species: a review with suggestions for future research. *Aquaculture* 206 (3): 257-277.
- Aslan, L.M. 1998. *Rumput Laut*. Yogyakarta: Kanisius.
- Atmadja W., A. Kadi, R. Sulistijo. 1996. *Pengenalan jenis-jenis rumput laut Indonesia*.
- Bold, H., M. Wynne. 1985. *Introduction to the algae*. 720 pp, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- BSNI. 2010. *Produksi Rumput Laut Kotoni; Eucheema cotonii*. Jakarta: BSN.
- Bulboa, C.R., E.J. de Paula, F. Chow. 2007. Laboratory germination and sea out-planting of tetraspore progeny from *Kappaphycus striatum* (Rhodophyta) in subtropical waters of Brazil. *Journal of Applied Phycology*. 19(4): 357-363.
- Darmawati, D. 2013. Analisis laju pertumbuhan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* yang ditanam pada berbagai kedalaman. *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan* 2 (2): 184-191.
- Darsana, I.G.O., I.N.K. Besung, H. Mahatmi. 2012. Potensi daun binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* secara In vitro. *Indonesia Medicus Veterinus* 1 (3).
- Djapiala, F.Y., L.A. Montolalu, F. Mentang. 2013. Kandungan total fenol dalam rumput laut *Caulerpa racemosa* yang berpotensi sebagai antioksidan. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan* 1 (2).

- Doty, M.S. 1986. Biotechnological dan economic approaches to industrial development based on marine algae in Indonesia. Workshop in marine algae biotechnology, Jakarta, Indonesia 31-35.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta: Kanisius.
- FAO. 2002. The state of world fisheries and aquaculture. Rome, Italy, FAO.
- FAO. 2017. "The state of world fisheries and aquaculture." Retrieved 23 Januari 2017, from <http://www.fao.org/fishery/en>.
- Faulkner, D.J. 2001. Marine natural products. *Natural product reports* 18 (1).
- Firdiyani, F., T.W. Agustini, W.F. Ma'ruf. 2015. Ekstraksi senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami *Spirulina platensis* segar dengan pelarut yang berbeda. *JPHPI* 18 (1).
- Fithriani, D.A.S., S. Melanie, dan R. Susilowati. 2015. Phytochemical screening, total phenol content and antioxidant activity of microalgae *Spirulina* sp, *Chlorella* sp. and *Nannochloropsis* sp. *JPB Kelautan dan Perikanan* 10 (2): 101-109.
- Gerung, G.S., M. Ohno. 1997. Growth rates of *Eucheuma denticulatum* (Burman) Collins et Harvey and *Kappaphycus striatum* (Schmitz) Doty under different conditions in warm waters of Southern Japan. *Journal of Applied Phycology* 9 (5): 413-415.
- Glenn, E.P., M.S. Doty. 1990. Growth of the seaweeds *Kappaphycus alvarezii*, *K. striatum* and *Eucheuma denticulatum* as affected by environment in Hawaii. *Aquaculture* 84 (3-4): 245-255.



- Gorman, M., I. Zucker. 1997. Environmental induction of photo non responsiveness in the Siberian hamster, *Phodopus sungorus*. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 272 (3): 887-895.
- Hafting, J.T., A.T. Critchley, M.L. Cornish, S.A. Hubley, A.F. Archibald. 2012. On-land cultivation of functional seaweed products for human usage. *Journal of applied phycology* 24 (3): 385-392.
- Hayashi, L., E.J. de Paula, F. Chow. 2007. Growth rate and carrageenan analyses in four strains of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) farmed in the subtropical waters of São Paulo State, Brazil. *Journal of Applied Phycology* 19 (5): 393-399.
- Hendri, M. 2015. Eksplorasi potensi rumput laut (*Seaweed*) dan korelasinya terhadap kandungan senyawa bioaktif. [Disertasi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hendri, M., J. Darmanto, B. Prayitno, O.K. Radjasa. 2017. The isolation of metabolite compounds from seaweed (*Halimeda gracillis*) in the waters of Teluk Lampung as a source of antibacterial compounds. *International Journal of Marine Science* 7.
- Hollants, J. 2012. *Endophytic bacteria within the green siphonous seaweed Bryopsis: exploration of a partnership* Belgia: University of Ghent.
- Hori, K., H.Q. Nang, T. Kha. 2009. Seasonal changes in growth rate, carrageenan yield and lectin content in the red alga *Kappaphycus alvarezii* cultivated in Camranh Bay, Vietnam. *Journal of Applied Phycology* 21 (3): 265-272.

- Ibrahim, H.A., F.A. Beltagy, N.G. Shams El-Din, G.M. El Zokm, A.M. El-Sikaily, G.M. Abu-Elela. 2015. Seaweeds agarophytes and associated epiphytic bacteria along Alexandria coastline, Egypt, with emphasis on the evaluation and extraction of agar and agarose. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 50 (3).
- Indriani, H., E. Sumiarsih. 2005. *Rumput Laut*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Indriani, H., E. Suminarsih. 2005. *Budidaya, Pengolahan, dan Pemasaran Rumput Laut*.
- Insan, A.I., D.S. Widyartini, S. Sarwanto. 2013. Posisi tanam rumput laut dengan modifikasi sistem jaring terhadap pertumbuhan dan produksi *Euचेuma cottonii* di perairan Pantura Brebes. *JURNAL LITBANG Provinsi Jawa Tengah* 11 (1): 125-133.
- Janakidevi, V., M. Yokesh Babu, R. Umarani, A. Kumaraguru. 2013. Antagonistic activity of seaweed associated bacteria against human pathogens. *Int. J. Cur Micobiol App Sci.*2: 140-147.
- Jensen, A. 1993. Present and future needs for algae and algal products. *Hydrobiologia* 260 (1): 15-23.
- Kim, J.K., C. Yarish, R. Pereira. 2016. Tolerances to hypo-osmotic and temperature stresses in native and invasive species of *Gracilaria* (Rhodophyta). *Phycologia* 55 (3): 257-264.
- Klionsky, D.J., K. Abdelmohsen, A. Abe, M.J. Abedin, H. Abeliovich, A. Acevedo Arozana, H. Adachi, C.M. Adams, P.D. Adams, K. Adeli. 2016. Guidelines for the use and interpretation of assays for monitoring autophagy. *Autophagy* 12 (1): 1-222.
- Kune, S. 2007. Pertumbuhan rumput laut yang dibudidaya bersama ikan Baronang. *Jurnal Agrisistem* 3 (1): 7-9.



- Lombardi, J.V., H.L. de Almeida Marques., R.T.L. Pereira, O.J.S. Barreto, E.J. de Paula. 2006. Cage polyculture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* and the Philippines seaweed *kappaphycus alvarezii*. *Aquaculture* 258 (1): 412-415.
- Mairh, O., S. Zodape, A. Tewari, M. Rajyaguru. 1995. Culture of marine red alga *Kappaphycus striatum* (Schmitz) Doty on the Saurashtra region, west-coast of India.
- Masyahoro, M., M. Mappiratu. 2012. Respons pertumbuhan pada berbagai kedalaman bibit dan umur panen rumput laut *Euचेuma cottonii* di perairan Teluk Palu. *Media Litbang Sulteng* 3 (2).
- Mtolera, M.S., J. Collén, M. Pedersén, A.K. Semesi. 1995. Destructive hydrogen peroxide production in *Euचेuma denticulatum* (Rhodophyta) during stress caused by elevated pH, high light intensities and competition with other species. *European Journal of Phycology* 30 (4): 289-297.
- Munro, M.H., J.W. Blunt, E.J. Dumdei, S.J. Hickford, R.E. Lill, S. Li, C.N. Battershill, A.R. Duckworth. 1999. The discovery and development of marine compounds with pharmaceutical potential. *Journal of Biotechnology* 70 (1): 15-25.
- Nafed, K. 2011. Warta Ekspor. "Rumput Laut dan Produk Turunannya". Jakarta, Kementerian Perdagangan: 1-20.
- 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 (5): 567-570.

- Ohno, M., D.B. Largo, T. Ikumoto. 1994. Growth rate, carrageenan yield and gel properties of cultured kappa-carrageenan producing red alga *Kappaphycus alvarezzi* (Doty) Doty in the subtropical waters of Shikoku, Japan. *Journal of applied phycology* 6 (1): 1-5.
- Otomo, B.S.B. 2011. Prospek pengembangan teknologi pengolahan rumput laut di Indonesia. In: editor. *Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*; Jakarta, Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.
- Paul, V.J., W. Fenical. 1983. Isolation of halimedatrial: chemical defense adaptation in the calcareous reef-building alga Halimeda. *Science* 221 (4612): 747-749.
- Paul, V.J., W. Fenical. 1986. Chemical defense in tropical green algae, order Caulerpales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 34(1-2): 157-169.
- Pong-masak, R. 2010. Panen 10 Kali Lipat dengan Vertikultur. Majalah TROBOS. Juni 2010, Diakses 18-09-2010. Hlm 1.
- Pongarrang, D., A. Rahman, W. Iba. 2013. Pengaruh jarak tanam dan bobot bibit terhadap pertumbuhan rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) menggunakan metode vertikultur. *Jurnal Mina Laut Indonesia* 3 (12): 94-112.
- Pratiwi, E., W. Ismail. 2004. Perkembangan budidaya rumput laut di Pulau Pari. *Warta* 2: 11-15.
- Rachmaniar. 1994. Penelitian produk alam laut, screening substansi bioaktif. Jakarta, Puslitbang Oceanologi LIPI.



- Raikar, S., M. Ima, Y. Fujita. 2001. Effect of temperature, salinity and light intensity on the growth of *Gracilaria* spp. (Gracilariales, Rhodophyta) from Japan, Malaysia and India.
- Redha, A. 2013. Flavanoid: struktur, sifat antioksidatif dan peranannya dalam sistem biologis. *Jurnal Belian* 9 (2): 196-202.
- Salamah, E., E. Ayuningrat, S. Purwaningsih. 2008. Penapisan awal komponen bioaktif dari kijing taiwan (*Anodonta woodiana* Lea.) sebagai senyawa antioksidan. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* 9 (2).
- Saputra, R., R.S. Patadjai, A.M. Balubi. 2013. Analisis pertumbuhan dan kadar karagenan rumput laut *Kappaphycus alvarezii* pada lokasi berbeda di perairan sekitar penambangan Kecamatan Lasolo Kabupaten Konawe Utara. *Jurnal Mina Laut Indonesia* 3 (12): 55-67.
- Setiawati, NP., J. Santoso, S. Purwaningsih. 2014. Karakteristik beras tiruan dengan penambahan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) sebagai sumber serat pangan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 6 (1): 197-208.
- Setiyanto, D., I. Efendi, K. Antara. 2008. Pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* var *maumare*, var *sacol* dan *Eucheuma cottonii* di perairan Musi Buleleng. *J. Ilmu Kelautan* 13 (3): 171-176.
- Simanjuntak, M. 2006. Kadar Fosfat, Nitrat, dan Silikat Kaitannya Dengan Kesuburan di Perairan Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Jakarta, Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Steel, R.G., J.H. Torrie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika*.
- Sulistijo, D.W.A. 1996. Pertumbuhan alga laut *Eucheuma spinosum* pada berbagai kedalaman. *Oseanologi Indonesia*.

- Susanto, A. 2005. Metode lepas dasar dengan model cidaun pada budidaya *Eucheuma spinosum* (Linnaeus) Agardh. *Indonesian Journal of Marine Sciences* 10 (3): 158-164.
- Susilowati, T., S. Rejeki, Z. Zulfitriani, E.N. Dewi. 2012. The influence of depth of plantation to the growth rate of *Eucheuma cottonii* seaweed cultivated by longline method in Mlonggo beach, Jepara Regency. *Jurnal Saintek Perikanan* 8 (1): 7-12.
- Syahlan, R.A.R. 2013. Pertumbuhan rumput laut (*Kappaphycus alvarezii*) strain coklat dengan metode vertikultur. *Jurnal Mina Laut Indonesia* 1 (0): 1.
- Widowati, L.L., S. Rejeki, T. Yuniarti, R.W. Ariyati. 2015a. Efisiensi produksi rumput laut *E. cottonii* dengan metode budidaya long line vertikal sebagai alternatif pemanfaatan kolom air. *Jurnal Saintek Perikanan* 11 (1): 47-56.
- Widowati, L.L., S. Rejeki, T. Yuniarti, R.W. Ariyati. 2015. Efisiensi Produksi rumput laut *E. cottonii* dengan metode long line vertikal sebagai alternatif pemanfaatan kolom air. *Jurnal Saintek Perikanan* 11 (1): 47-56.
- Wijayanto, T., M. Hendri, R. Aryawati. 2011. Studi pertumbuhan rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan berbagai metode penanaman yang berbeda di perairan Kalianda, Lampung Selatan. *Maspuri Journal* 3 (2): 51-57.
- Wisnu Ariyati, R., L. Lakhsmi Widowati, S. Rejeki. 2016. Performa produksi rumput laut *Euchema cottonii* yang dibudidayakan menggunakan metode long-line vertikal dan horisontal. Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Semarang Jawa Tengah : 332-346.



WWF. 2014. Better Management Practice: Budi daya Rumput Laut Kotoni. Indonesia TPW. Jakarta-Indonesia, WWF-Indonesia.

Yokoyama, S. 1999. Molecular bases of color vision in vertebrates. *Genes & Genetic Systems* 74 (5): 189-199.

Lily Publisher



TENTANG PENULIS



Dr. Muhammad Hendri, ST., MSi.

Penulis dilahirkan di Pontianak tanggal 09 Oktober 1975. Menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 14 Kayuagung pada 1988, SMP N 1 Inderalaya 1991 dan SMA N 1 Inderalaya 1994. Melanjutkan studi di Jurusan Ilmu Kelautan FPIK Universitas Diponegoro 1994 melalui jalur undangan PSSB. Pendidikan S1 diselesaikan Februari 1999. Tahun 2000 diterima sebagai dosen kontrak di Universitas Sriwijaya dan sekaligus bersama-sama mempersiapkan pendirian Jurusan Ilmu Kelautan FMIPA Universitas Sriwijaya. Pada 2001 penulis diangkat sebagai dosen tetap hingga sekarang. Pada 2008 penulis menyelesaikan pendidikan Strata 2 di Program Pascasarjana MSDP Universitas Diponegoro dengan kajian Manajemen Pengelolaan Budidaya Rumput Laut dan dilanjutkan ke Strata 3 yang diselesaikan pada 2015 dengan kajian yang sama tentang Bioteknologi Kelautan, khususnya *Marine Natural Product* pada rumput laut. Beberapa mata kuliah yang diampu antara lain Budidaya Rumput Laut, Budidaya Laut, Biologi Laut, Bioteknologi Kelautan, Konservasi Terumbu Karang, Mikrobiologi dan kimia Bahan Hayati Laut. Selain itu penulis beberapa kali mendapatkan hibah, baik hibah strategi nasional (Stranas, Hibah Doktor, hibah Kompetitif, Satek, dan skim pembiayaan lainnya.



Saat ini penulis aktif di berbagai organisasi seperti Asosiasi Rumput Laut Indonesia (ARLI), Ikatan Sarjana Oseanografi Indonesia (ISOI), Ikatan Sarjana Kelautan Indonesia (ISKINDO), Inkalindo. Penulis juga pernah tercatat sebagai Ketua Jurusan Ilmu Kelautan Tahun 2008–2010, Ketua Konsorsium Mitra Bahari Propinsi Sumatera Selatan Tahun 2009–2010, Sekretaris Dewan Pengurus Wilayah (DPW) Inkalindo Propinsi Sumatera Selatan Tahun 2013–Sekarang, Wakil Ketua Indonesian Coral Reef Network (ICAN) Propinsi Sumatera Selatan dan Pemimpin Redaksi Jurnal Maspari.

Dr. Rozirwan, SPI., MSc

Dilahirkan di Desa Suka Maju pada 21 Mei 1979. Penulis melanjutkan pendidikan S1 dari Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Riau dan diselesaikan tahun 2001, selanjutnya pendidikan Strata 2 diselesaikan pada 2005 di UKM Malaysia dan pendidikan strata 3 di Institut Pertanian Bogor (IPB) pada 2015. Penulis pernah tercatat sebagai salah satu staf ahli di DPRD Kabupaten Manna. Tahun 2008 penulis diangkat sebagai dosen tetap pada Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.

Mata kuliah yang diampu antara lain: Mikrobiologi, Mikrobiologi Laut, Bioteknologi Kelautan, Pengantar Ilmu Kelautan, Ekologi Laut Tropis, Konservasi Terumbu Karang dan Ekologi Perairan. Beberapa hibah yang pernah diperoleh antara lain hibah kompetitif, hibah dosen muda, dan sateks.



Yulifa Handayani, SSi., MSi.

Dilahirkan di Kayu Agung 29 Juli 1983. Pendidikan S1 diselesaikan di Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya tahun 2005, sedangkan pendidikan Pasca Sarjana PS Pengelolaan Lingkungan BKU Pengelolaan Sumber daya Alam, Universitas Sriwijaya diselesaikan 2009.

Penulis juga pernah bekerja di beberapa instansi, antara lain; Staf Ahli GIS dan *Remote Sensing* CV Citra Data Sriwijaya, Palembang – Indonesia (2006), dosen kontrak Program Studi Ilmu Kelautan FMIPA Universitas Sriwijaya (2006), sebagai Asisten Staff Ahli GIS dan Remote Sensing “Land and Water Management Tidal Lowlands” Kerja sama Dinas Pekerjaan Umum Sumatera Selatan dan Rijkswatersaat Nederland (Belanda) – (2005-2009).

Saat ini penulis tercatat sebagai dosen tetap pada Jurusan Survey dan Pemetaan Universitas Indo Global Mandiri (IGM) Palembang.

