

PENINGKULTURAN RUMPAI LAUT DI PERAIRAN DAERAH-DAERAH PESISIR PANTAI SULAWESI SELATAN, INDONESIA

**(SEAWEED CULTURING AT COASTAL AREAS OF SOUTH
SULAWESI, INDONESIA)**

¹Mohammad Raduan M. A., ²Nur Haryati M.R.,

³Mohammad Sharir M.R., ⁴Hanafi Hussin & ⁵Thirunaukarasu, S.

^{1,3,4,5} Department of Southeast Asian Studies, Faculty of Arts and Social Sciences,
University of Malaya

²UiTM, Shah Alam

⁴Institute of Ocean and Earth Science, University of Malaya
(mraduan@um.edu.my / hanafih@um.edu.my)

Abstract

Seaweed or marine algae is one of the important fishery commodities in Indonesia. Indonesia is ranked first in seaweed production. Indonesia seaweed production comes from the sea and cultivation, either at sea or even in the pond. In addition to potential sources (tidal areas and large pond), seaweed demand continues to rise, both domestic and in the international market, as seen as a prospect for the expansion of seaweed industry in Indonesia. This paper will discuss efforts to cultivate seaweed carried by sea farmers in coastal districts in South Sulawesi, Indonesia. Discussions will cover the prospects of seaweed cultivation in Indonesia, the types of seaweed cultivation methods undertaken, maintenance and monitoring, harvesting and handling produce. This includes from the drying to the manufacturing stage.

Keywords: rumpai laut; agar-agar; Eucheuma; keraginan; rawai

Pengenalan

Pada masa kini Indonesia merupakan pengeluar utama rumpai laut dunia. Rumpai-rumpai laut itu dalam bentuk dikeringkan telah dieksport ke negara-negara seperti Jepun, Hong Kong, China, Filipina, Australia, Amerika, Perancis, Jerman, Chili, Sepanyol, United Kingdom dan lain-lain. Indonesia menyedari pengeksporan rumpai laut dalam keadaan dikeringkan tidak begitu menguntungkan. Oleh sebab itu Indonesia sekarang ini cuba untuk

memaksimumkan pendapatan tukaran wang asingnya, melalui pengeksportan rumpai laut yang telah diproses, iaitu dengan melakukan nilai tambah kepada rumput laut kering. Rumpai laut yang dieksport terdiri daripada pelbagai jenis, antaranya termasuklah *Euचेuma*, *Gracilaria*, *Gelidium* dan *Hypnea*. Walaupun terdapat pelbagai jenis rumpai laut, namun yang mendominasi eksport rumpai laut Indonesia adalah daripada jenis *Euचेuma*. Dilihat dari segi kedudukan pengeksport *Euचेuma* dunia, didapati Indonesia menduduki tempat kedua selepas Filipina. Selain daripada rumpai laut kering, Indonesia juga merupakan pengeluar utama agar-agar. Agar-agar merupakan bahan yang terhasil daripada pemprosesan rumpai laut jenis genus, *Gracilaria*, *Gelidium*, *Pterocladia*, *Acanthopeltis* dan *Ceramium*.

Indonesia selain mempunyai jenis rumpai laut bernilai ekonomi tinggi, ia juga memiliki potensi sumber kultur yang sangat luas. Mengikut rekod terdapat 56 jenis rumpai laut bernilai ekonomi di perairan Indonesia. Rumpai-rumpai laut tersebut boleh diusahakan sama ada di kawasan pasang surut di laut atau pun di kolam buatan manusia. Sumber rumpai laut di kawasan pasang surut yang boleh dikultur dianggarkan seluas 1.1 juta hektar. Dengan purata produktiviti sebanyak 16 tan metrik rumpai laut kering/ha/tahun, Indonesia akan mengeluarkan sebanyak 17.7 juta tan metrik rumpai laut kering setahun. Dengan harga rumpai laut kering di tingkat kultur sebanyak Rp. 4,500/kg, maka nilai ekonomi yang dihasilkan adalah sebanyak Rp.80 triliun/ tahun bersamaan 9 juta USD/ tahun. Selain daripada itu sektor ini juga dapat menyediakan peluang pekerjaan kepada sekitar 1 juta orang.

Berdasarkan kepada Jadual: 1 di bawah didapati rumpai laut merupakan komoditi yang paling banyak diusahakan. Daripada 10 komoditi utama perikanan yang diusahakan, rumpai laut menduduki tempat teratas. Pada tahun 2009 penghasilan rumpai laut di Indonesia mencapai 2.5 juta tan metrik dan dianggarkan akan mencecah 10 juta tan metrik pada tahun 2014. Pertambahan sebanyak 32% setahun. Sasaran pengeluaran tersebut sangat berkemungkinan besar untuk tercapai. Oleh yang demikian, para stakeholder, terutama kerajaan dan agensi yang berkaitan, perlu memikirkan peluang dan cara bagaimana rumpai laut tersebut yang begitu banyak hendak dipasarkan. Ini disebabkan selain Indonesia, Filipina, Malaysia dan Chili juga merupakan pengeluar utama rumpai laut dunia. Negara-negara tersebut merupakan pesaing kepada Indonesia. Walaupun wujud persaingan, Indonesia tidak perlu begitu bimbang, kerana negara tersebut mengeluarkan rumpai laut daripada kualiti yang sangat tinggi. Ini seperti yang diperlihatkan oleh kualiti rumpai laut *Gracilaria* (*Gracilaria* sp.) yang di usahakan di kolam-kolam di Palopo dan Luwu (Sulawesi Selatan) yang merupakan rumpai laut yang terbaik di dunia. Selain daripada pasaran antarabangsa, rumpai laut Indonesia juga mendapat permintaan yang tinggi di pasaran domestik.

Usaha Pengkulturan Rumpai Laut Di Laut

Usaha pengkulturan rumpai laut mudah dilakukan dan ia telah dapat diterima oleh komuniti pantai di Indonesia sebagai salah satu cara untuk menyara hidup dan mendapatkan pendapatan sampingan. Usaha ini boleh dilakukan oleh nelayan pesisir pantai dan nelayan pulau bersama ahli keluarga mereka. Usaha ini dianggap sebagai Family Farming. Usaha ini mudah diterima kerana tidak melibatkan pelaburan atau pun pembiayaan yang tinggi. Ia hanya memerlukan pembiayaan yang amat minimum. Selain daripada itu tempoh untuk memperoleh hasil adalah singkat iaitu di antara 45-50 hari. Usaha pengkulturan rumpai laut di laut ini tidak memerlukan perkakas bermodal tinggi kerana ia dilakukan di perairan kawasan pasang surut hingga ke kedalaman 15 meter atau lebih.

Dilihat dari sudut risiko, didapati risikonya amat rendah dan mudah diatasi. Kemungkinan usaha pengkulturan rumpai laut untuk gagal amat tipis. Setakat ini masalah yang timbul adalah akibat daripada sebahagian kecil rumpai laut dimakan oleh haiwan pemangsa (predator), seperti penyu dan ikan beronang. Sementara itu penyakit yang dikenal pasti menyerang rumpai laut adalah ice-ice (ais-ais). Cara pengkulturan mengatasi masalah penyakit ini ialah dengan memindahkan kawasan pengkulturan rumpai laut ke kawasan lain yang lebih selamat.

Kaedah Pengkulturan Rumpai Laut Di laut

Usaha pengkulturan rumpai laut di Indonesia dilakukan dengan pelbagai kaedah, di antaranya termasuklah kaedah dasar, kaedah lepas dasar, kaedah rakit, kaedah tali panjang dan kaedah jalur (gabungan kaedah rakit dan tali panjang). Seperti yang dinyatakan sebelum ini, Indonesia mempunyai banyak jenis rumpai laut. Bagaimanapun spesies yang banyak diusahakan di laut adalah terdiri daripada spesies *Eucheuma* dan *Kappaphycus*, terutama *Eucheuma denticulatum*/ *E. Spinosum* dan *Kappaphycus alvarezii*/ *Eucheuma cottoni*.

Kaedah pengkulturan rumpai laut sedikit sebanyak dipengaruhi oleh kedalaman air laut. Secara umum usaha pengkulturan rumpai laut di laut dilakukan di kawasan pasang surut, bermula daripada kedalaman 0.3 meter pada air surut terendah hingga kedalaman 15 meter atau lebih. Di kedalaman ini kaedah yang biasa digunakan ialah kaedah dasar (bottom method), kaedah lepas (off bottom method), dan kaedah apung (floating method). Untuk membolehkan penggunaan kaedah apung, beberapa pengubahsuaian perlu dilakukan kepada rakit, tali panjang dan tali gantung. Usaha pengkulturan rumpai laut, walaupun masih boleh dilakukan di kawasan perairan yang melebihi 15 meter, namun begitu kerjanya tidaklah mudah. Secara umum kawasan yang sesuai untuk pengkulturan rumpai laut terdiri daripada perairan yang mempunyai saliniti lebih daripada 30 ppt. dan bersuhu di antara 25O hingga 32O C. Pada masa yang sama

jauh daripada pengaruh air tawar. Dengan sendirinya kawasan pengkulturan tidak sesuai dijalankan di muara sungai. Kawasan pengkulturan tidak harus diusahakan di kawasan laluan kapal dan bot-bot kampung, tidak terletak dalam kawasan konservasi atau kawasan perlindungan dan tidak berada di perairan yang tercemar. Selain daripada itu elakkan kawasan yang terdapat banyak batu karang, ini menyebabkan tarikan kepada ikan-ikan kecil untuk meragut rumpai laut yang ditanam. Kawasan berhampiran dengan teluk atau lagun juga merupakan kawasan yang sesuai kerana terdapat arus yang deras dan air bersih, serta kaya dengan nutrien. Sebolehnya yang mungkin usaha pengkulturan diusahakan di perairan yang mempunyai dasar permukaan laut yang keras dan tidak berlumpur.

Kaedah Dasar

Pengkulturan rumpai laut dengan kaedah dasar (bottom method), merupakan cara pengkulturan yang paling mudah. Pengkulturan hanya perlu memilih benih dan kemudian menaburkannya ke dasar perairan. Secara umum benih yang dipilih adalah kecil dan banyak ranting, banyak tunas muda dan berwarna gelap serta banyak cabang. Jangan pilih benih yang kurus, berwarna pucat atau kelihatan tidak sihat. Benih yang segar dan bermutu, licin bila disentuh dan berlendir. Kurang atau tiada kesan ragutan. Benih yang sihat tidak terkena penyakit sereng, ais-ais dan tidak berlumut. Benih perlu dielakkan daripada terdedah kepada cahaya matahari yang terik, air tawar, petroleum dan bahan kimia yang lain. Selain daripada itu benih tidak boleh disimpan lama, dan tidak boleh tertindih di antara satu dengan yang lain dalam jumlah yang besar.

Kerja-kerja menyediakan benih rumpai laut dijalankan secara bergotong-royong di antara kaum wanita dan kanak-kanak. Ia dijalankan di pelantar yang berbumbung. Umumnya empat orang dapat mengikat 500 kg. benih bagi satu pusingan tanaman. Benih rumpai laut setiap satu diikat dengan tali rafia. Tali ikatan dibiarkan panjang untuk diikatkan ke tali utama. Daripada kajian didapati benih rumpai laut sebelum dikultur, disimpan oleh pengkulturan dalam kandang netlon di air.

Kawasan perairan yang dipilih untuk mengkultur rumpai laut perlu tenang. Ini disebabkan kawasan perairan yang berarus, berangin dan bergelombang akan menghanyutkan benih-benih yang telah ditenggelamkan. Untuk mengelakkan benih daripada dihanyutkan, pengkulturan biasanya akan mengikatkan benih-benih tersebut kepada batu-batu kecil sebelum ditenggelamkan. Di Jepun, kaedah dasar diterapkan pada usaha pengkulturan rumpai laut spesies *Gelidium* dengan cara meletakkan batu-batuan atau blok simen yang dijadikan tempat benih tanaman diikat. Selepas itu batu dan blok-blok disusun secara teratur sehingga menjadi petak-petak.

Kebelakangan ini kaedah dasar sudah jarang digunakan kerana kaedah tersebut mempunyai beberapa kelemahan, di antaranya seperti yang telah

dijelaskan iaitu rumpai laut mudah hanyut dan rumpai laut sering ditutupi oleh bahan mendapan. Selain daripada itu, dari segi pertumbuhan didapati pertumbuhan rumpai laut dengan kaedah ini secara relatif tergolong lambat jika dibandingkan dengan kaedah-kaedah yang lain.

Kaedah Lepas Dasar

Kaedah lepas dasar (off bottom method) sesuai diusahakan di lokasi-lokasi yang mempunyai dasar permukaan laut yang berkarang-pasir atau pasir dengan pecahan karang dan terlindung dari hempasan gelombang. Biasanya pengkultur akan memilih lokasi yang dikelilingi oleh karang penghalang (barrier reef) yang berfungsi sebagai pemecah ombak. Lokasi untuk kaedah lepas dasar sesuai pada perairan berkedalaman dari 0.3 meter pada surut terendah hingga 3 meter pada waktu pasang tertinggi.

Untuk mengkultur rumput laut dengan menggunakan kaedah lepas dasar pada ukuran 10 x 10 meter, pengkultur perlu menyediakan alat dan bahan-bahan berikut. Kayu atau buluh sepanjang 1 meter dan berdiameter 5cm sebanyak 55 batang; tali polietilen berdiameter 4mm untuk dijadikan tali rentang/ tali ris sebanyak 2 kg; tali polietilen berdiameter 8mm untuk dijadikan tali utama sebanyak 2kg; tali rafia sebanyak 1 kg; benih rumpai laut *Eucheuma* atau *Kappaphycus* sebanyak 200 kg; sampan, bakul, baldi, pemukul, parang, pisau, dan gunting.

Teknik pengkulturan rumpai laut dengan kaedah lepas dasar, dilakukan secara berperingkat. Kerja dimulakan dengan memancang tiang daripada kayu atau buluh di dasar perairan pada lokasi yang telah ditentukan. Untuk memudahkan tiang dipancang, salah satu hujung tiang diruncingkan, kemudian tiang dikatuk dengan menggunakan pemukul kayu. Ketinggian tiang sekitar 45-50cm dari dasar perairan. Setelah kerja-kerja memancang tiang selesai, pengkultur akan merentangkan tali utama di antara dua batang tiang pada ketinggian sekitar 35-40 cm di atas dasar perairan. Kemudian benih rumpai laut diikatkan pada tali rafia. Berat benih rumpai laut setiap satu sekitar 100 g. Setelah itu benih-benih tersebut diikatkan pada tali ris dengan jarak ikatan antara rumpai laut sekitar 25 cm. Pengikatan benih biasanya dilakukan oleh pengkultur atau keluarga mereka di darat, di tempat yang terlindung daripada sinar matahari dan hujan. Cahaya matahari yang terlalu terik dan hujan boleh merosakkan benih rumpai laut. Tindakan seterusnya pengkultur akan merentangkan ris pada tali utama, dengan jarak antara tali ris sekitar 25cm sehingga jarak tanam antara rumpai laut sekitar 25 cm x 25 cm.

Kaedah Rakit

Salah satu kaedah apung (floating method) yang banyak digunakan di Indonesia ialah kaedah rakit. Kaedah ini tidak banyak berbeza dengan kaedah lepas dasar. Kaedah rakit sesuai digunakan di lokasi yang berkedalaman semasa air surut, lebih daripada 60 cm. Ini bagi membolehkan tanaman rumpai laut yang diusahakan agar sentiasa berada pada kedalaman sekitar 30-40 cm di bawah permukaan air. Dalam kaedah rakit, benih rumpai laut diikatkan pada rakit supaya sentiasa terapung.

Kaedah rakit dipilih oleh pengkultor kerana ia mempunyai beberapa kelebihan. Di antaranya kaedah rakit dapat diusahakan pada lokasi yang lebih dalam, dengan syarat ia masih terlindung. Dengan yang demikian pemilihan kawasan atau lokasi pengkulturan adalah lebih fleksibel. Dengan menggunakan kaedah ini tanaman lebih banyak menerima cahaya matahari, dan seterusnya sirkulasi air lebih baik sehingga kandungan nutrien pada air laut selalu tersedia sehingga mempermudah penyerapan nutrien oleh rumpai laut. Dengan demikian, pertumbuhannya lebih cepat.

Sementara itu kaedah ini juga mempunyai kelemahannya yang tersendiri. Di antaranya tanaman akan rosak apabila tanaman tersebut muncul di permukaan air. Ini disebabkan tanaman yang muncul di permukaan air akan terdedah kepada cahaya matahari atau terkena air hujan. Selain daripada itu secara bandingan biaya bagi mengendalikan kaedah rakit ini, lebih tinggi daripada sistem lepas dasar. Dalam pada itu didapati rumpai laut yang ditanam dengan kaedah rakit mudah diserang haiwan pemangsa seperti penyu dan ikan beronang, disebabkan ia berada di perairan yang agak dalam dan mudah dilihat pemangsa kerana ia tergantung.

Untuk mengusahakan pengkulturan rumpai laut dengan kaedah rakit, pada satu rangkaian yang terdiri daripada 5 unit rakit apung berukuran 2.5 x 5 meter dengan jarak tanam 25 x 25 cm diperlukan alat dan bahan-bahan berikut. Kaedah ini memerlukan buluh besar yang berdiameter 10-15 cm sebanyak 15 batang; tali polietilen berdiameter 4mm sebagai tali ris sebanyak 4 kg; tali polietilen berdiameter 10mm sebagai tali sauh sebanyak 20kg, atau bergantung pada kedalaman lokasi pengkulturan; sauh, pemberat, dan tiang kayu; tali rafia yang digunakan untuk mengikat benih sebanyak 0.25kg; sampan; bakul, baldi, pemukul, parang, pisau, dan gunting.

Teknik pengkulturan rumput laut dengan kaedah rakit dilakukan secara bertahap. Pada peringkat awal, potongan kayu atau buluh dirangkaikan sehingga menjadi sebuah rakit berukuran 2.5 x 5m. Kemudian pengkultor akan merangkaikan rakit tersebut dengan unit-unit rakit yang lain. Satu rangkaian rakit maksimum sebanyak 5 unit dengan jarak antara rangkaian sekitar 1.0m. Seterusnya pengkultor akan mengikatkan kedua hujung rangkaian rakit dengan

tali yang hujungnya diikatkan pada sauh atau pemberat, agar rakit tidak dihanyutkan oleh arus atau ombak. Setelah itu pengkultur atau ahli keluarga mereka, akan mengikat benih rumpai laut yang berat setiap satu sekitar 100g dengan tali rafia. Seterusnya benih tersebut diikatkan pada tali ris. Jarak antara benih tersebut sekitar 25cm x 25cm. Tindakan selanjutnya tali ris yang telah diikat benih rumpai laut, diikatkan pula pada rakit. Pengkultur perlu memastikan tanaman yang diusahakan agar sentiasa berada di bawah permukaan air sekitar 30-40cm.

Kaedah Tali Panjang

Kaedah pengkulturan rumpai laut dengan kaedah tali panjang (long line) dikenali juga sebagai kaedah rawai. Kaedah ini diusahakan di perairan yang berkedalaman sekitar 1 meter atau lebih, dengan permukaan dasar perairan sama ada berpasir atau pasir berlumpur. Kaedah tali panjang atau rawai paling banyak diusahakan kerana ia fleksibel dari segi penentuan kawasan pengkulturan. Kaedah ini boleh digunakan di kawasan perairan daripada kedalaman 1 meter hingga 15 meter. Selain daripada itu, penggunaan kaedah ini juga secara bandingannya dianggap murah. Didapati hampir keseluruhan pengkultur rumpai laut di sepanjang pesisir pantai Sulawesi Selatan, menggunakan kaedah tali panjang.

Untuk mengusahakan pengkulturan rumpai laut dengan kaedah tali panjang, pada satu blok 5 meter x 50 meter (panjang tali ris 50 meter dengan jarak antara tali ris 1 meter) diperlukan bahan dan alat seperti berikut. Tali polietilen berdiameter 8mm sebagai tali ris sebanyak 8kg; tali polietilen berdiameter 10mm sebagai tali sauh dan tali utama sebanyak 4.5kg, atau bergantung pada kedalaman lokasi pengkulturan; sauh atau batu pemberat sebanyak 4 buah; kayu pancang; pelampung utama sebanyak 6-8 buah; pelampung kecil berupa botol polietilen (botol minuman air mineral dan minuman lainnya yang dibuat dari polietilen) sebanyak 200 biji; tali rafia sebanyak 3kg; benih rumpai laut 150kg; sampan; bakul, baldi, parang, pisau dan gunting.

Pada peringkat awal, pengkultur akan mengikatkan benih rumpai laut setiap satu seberat 100 g pada tali ris dengan jarak 25cm. Tali ris yang direntang oleh pengkultur rumpai laut biasanya sepanjang antara 50-75meter. Tali tersebut direntangkan pada tali utama. Pada kedua hujung tali utama diikatkan tali sauh di mana hujung tali sauh tersebut diikatkan pula pada pemberat atau sauh. Untuk memastikan rumpai laut sentiasa dalam keadaan terapung, pelampung yang terdiri daripada botol-botol polietilen diikatkan pada tali ris. Pelampung-pelampung tersebut diikatkan ke tali ris dengan menggunakan tali penghubung sepanjang 10-15 cm. Tindakan ini dilakukan bagi mengelakkan rumpai laut daripada mengapung di atas permukaan air. Bagi mendapatkan hasil keluaran yang baik, rumpai laut perlu dipastikan sentiasa tetap berada pada kedalaman 10-

15cm di bawah permukaan laut. Pada minggu keempat ketika tiba masa untuk menuai, pada tali ris diberikan beban tambahan supaya tanaman berada pada kedalaman 30-40cm. Pada satu tali utama yang direntang, dapat diikatkan beberapa tali ris dengan jarak antara tali ris sepanjang 1 meter.

Kaedah Tali Gantung

Pengkulturan rumpai laut dengan kaedah tali gantung diusahakan di perairan yang kedalamannya mencapai 5 meter. Kaedah ini biasa diusahakan di kawasan yang mempunyai dasar laut berpasir atau pasir berlumpur. Untuk mengusahakan pengkulturan rumpai laut dengan kaedah tali gantung, bahan dan peralatan seperti berikut diperlukan.

Buluh atau kayu berdiameter 5 cm sebagai kayu penggantung; buluh atau kayu berdiameter 10-15 cm sebagai tiang; tali polietilen berdiameter 8mm sebagai tali ris dan pengikat; tali rafia untuk pengikat benih; batu sebagai pemberat; sampan; bakul, baldi, gergaji, parang, pisau dan gunting.

Pengkultur memulakan kerja dengan memasang tiang-tiang utama di lokasi yang telah di kenal pasti, kemudian pengkultur akan memasang buluh atau kayu sebagai palang utama di atas permukaan air. Tali ris yang panjangnya disesuaikan dengan kedalaman perairan direntangkan pada dua potong buluh atau kayu. Pada potongan buluh yang panjangnya 5 meter dapat digantungkan 15 utas tali ris. Benih rumpai laut seberat 100g setiap satu, dengan jarak antara tanaman sekitar 30cm diikatkan pada tali ris. Tali ris yang telah dipenuhi dengan benih rumpai laut kemudiannya digantungkan pada kerangka yang telah dibuat. Buluh atau kayu kedua yang menggantung didekati dasar perairan, diberi pemberat yang terdiri daripada batu, berfungsi untuk menahan kedudukan tali ris supaya sentiasa berada dalam keadaan tergantung secara menegak. Kaedah pengkulturan rumput laut dengan tali gantung jarang diusahakan masa kini, disebabkan menghadapi kesulitan dalam membina kerangkanya. Selain daripada itu dengan cara menggantung benih rumpai laut secara menegak, menyebabkan benih di bahagian bawah kurang mendapat cahaya matahari disebabkan terhalang oleh rumpai laut di bahagian atas dan seterusnya akan melambatkan pertumbuhan rumpai laut tersebut.

Pemeliharaan dan Pemantauan Pengkulturan Rumpai Laut

Untuk memastikan rumpai laut dapat hidup dengan subur dan memberi pulangan yang memuaskan, beberapa tindakan pemeliharaan dan pemantauan perlu dilakukan. Antara tindakan yang sentiasa perlu dilakukan termasuklah kegiatan mengawal tanaman, membersihkan lumpur dan melakukan penyulaman kepada tanaman-tanaman yang telah rosak akibat serangan haiwan pemangsa. Untuk mengatasi masalah ini, pengkultur biasanya memasang jaring di sekeliling

kawasan tanaman. Bagi pengkultuur yang mengusahakan pengkulturan dengan kaedah rakit dan tali panjang, mereka biasanya mencari lokasi pengkulturan jauh dari kawasan terumbu karang. Ini bagi mengurangkan serangan ikan beronang. Selain daripada itu, penyulaman juga perlu dilakukan kepada tanaman yang telah mati. Tanaman rumpai laut biasanya mati atau rosak, selain daripada sebab di atas, ia juga disebabkan oleh tindakan gelombang yang besar..

Selain masalah di atas, pengkultuur juga menghadapi masalah rumpai laut mereka yang sering diselaputi lumpur atau debu air. Keadaan ini biasanya berlaku di kawasan terlindung semasa musim kurang berangin. Untuk mengatasi masalah rumpai laut diselaputi lumpur, pengkultuur selalunya mengambil tindakan dengan mengoyang-goyangkan rumpai laut hingga semua lumpur yang melekat terlepas. Tindakan tersebut perlu dilakukan kerana rumpai laut yang diselaputi lumpur akan mudah diserang oleh beberapa jenis cacing laut dan seterusnya akan menyebabkan terjadinya gejala penyakit ice-ice. Penyakit ice-ice atau bintik putih (white spot) merupakan salah satu masalah utama dalam pengkulturan rumpai laut *Eucheuma/ Kappaphycus*. Rumpai laut yang terkena penyakit ice-ice, biasanya akan mengalami kadar pertumbuhan yang perlahan. Selain daripada itu akan terjadi perubahan pada warna rumpai laut. Warna thallus menjadi pucat atau tidak cerah. Dalam pada itu didapati juga sebahagian atau seluruh thallus pada beberapa batang cabang berwarna putih, dan memperlihatkan tanda-tanda membusuk. Penyakit ini berlaku terutamanya disebabkan oleh perubahan persekitaran perairan, seperti berlakunya perubahan arus, suhu dan kecerahan. Kecerahan air yang sangat tinggi dan rendahnya unsur hara nitrat dalam perairan, juga merupakan penyebab munculnya penyakit tersebut. Untuk mengatasi masalah ini, pengkultuur biasanya mengambil tindakan dengan memindahkan kawasan pengkulturan ke kawasan lain yang lebih baik keadaannya. Selain lumpur, beberapa tumbuhan seperti *Ulva*, *Hypnea*, *Chaetomorpha*, *Enteromorpha*, sering membelit tanaman dan kerangka tempat pengkulturan sehingga boleh menyebabkan kerosakan. Untuk mengatasi masalah ini, pengkultuur biasanya akan menanggalkan tumbuhan-tumbuhan tersebut. Tumbuh-tumbuhan tersebut kemudiannya akan dikumpulkan dan seterusnya dibuang ke darat.

Penuaian dan Pemprosesan Rumpai Laut

Rumpai laut yang telah dikultuur mengambil masa lebih kurang 45 hari atau 1.5 bulan untuk mencapai tempoh matang. Hasil tuaian rumpai laut bergantung pada luas kawasan dan jumlah blok yang diusahakan oleh pengkultuur. Secara umum kawasan seluas 0.2 ha. yang digunakan untuk pengelolaan 8 blok atau 48 tali panjang dapat menghasilkan sekitar 7,000 kg rumpai laut kering setahun.

Pengkultuur memulakan kerja-kerja penuaian rumpai laut dengan cara membersihkan rumpai laut daripada sebarang kotoran terlebih dahulu. Setelah

itu mereka melepaskan tali ris yang berisi rumpai laut dari tali utama atau dari rakit, bagi mereka yang menggunakan kaedah rakit. Tindakan seterusnya pengkultor menaikkan semua tali ris yang berisi rumpai laut ke dalam sampan, dan setelah selesai pengkultor akan pulang ke darat. Selanjutnya, tindakan yang dilakukan ialah melepaskan rumpai laut dari tali ris dan memetik thallus muda untuk dijadikan benih pada usaha pengkulturan berikutnya.

Terdapat pelbagai kaedah digunakan oleh pengkultor dalam usaha penuaian rumpai laut. Terdapat pengkultor yang memetik cabang-cabang tanaman rumpai laut dan hanya meninggalkan bahagian batang utama atau induk rumpai laut bagi digunakan untuk pusingan pengkulturan berikutnya. Cara ini terdapat kelemahan walaupun ia mudah dilakukan. Ini disebabkan kadar pertumbuhan rumpai laut dengan kaedah ini adalah perlahan. Cara kedua ialah dengan mengangkat keseluruhan rumpai laut. Kemudian bahagian hujung tanaman atau thallus yang masih muda akan digunakan sebagai benih untuk pengkulturan berikutnya. Kaedah ini lebih baik daripada kaedah sebelumnya, disebabkan kadar pertumbuhan rumpai laut lebih cepat jika dibandingkan dengan kaedah pertama. Selain daripada itu, kandungan agar-agar yang terdapat pada rumpai laut juga lebih tinggi.

Kuantiti rumpai laut yang diperoleh oleh pengkultor adalah pelbagai. Bagaimana pun secara umum didapati nisbah berat basah dan berat kering rumpai laut rata-ratanya sekitar 8:1, bagi rumpai laut yang dituai selepas 45 hari. Berbeza keadaannya dengan rumpai laut yang dituai selepas 60 hari, di mana nisbah berat basah dan berat kering rumpai laut adalah 6:1. Selain daripada tempoh masa penuaian, banyaknya hasil tuaian juga mempunyai hubungan yang erat dengan kadar kecepatan pertumbuhan harian rumpai laut. Kadar kecepatan pertumbuhan harian rumpai laut dipengaruhi oleh kualiti benih, kawasan perairan pengkulturan dan kerja-kerja pengendalian semasa rumpai laut dikultur.

Pengkultor biasanya hanya mengambil tindakan mengeringkan sahaja rumpai laut yang telah dituai. Setelah dikeringkan pengkultor akan mengumpulkannya dan seterusnya menjualkan rumpai laut tersebut kepada orang tengah atau pun kepada peniaga. Rumpai laut kering merupakan bahan mentah yang jika diproses boleh dijadikan agar-agar, keraginan, atau algin, tergantung kandungan yang terdapat pada jenis rumpai laut tersebut. Umpamanya, rumpai laut *Gracilaria* merupakan bahan mentah bagi menghasilkan agar-agar, sementara *Euclima* dan *Kappaphycus* untuk menghasilkan keraginan. Di Indonesia rumpai laut *Gracillaria* *Euclima* dan *Kappaphycus* yang paling banyak diusahakan.

Hasil kajian mendapati usaha pengeringan rumpai laut dilakukan oleh pengkultor di pantai. Sebelum menjemur rumpai laut dibersihkan daripada kotoran, seperti pasir, batu-batuan dan lumpur. Selepas itu rumpai laut diasing-asingkan mengikut jenis, kemudian diletakkan di atas alas yang terdiri daripada

tikar atau kanvas. Rumpai laut akan dijemur di antara dua hingga tiga hari. Bagi pengkultur yang inginkan hasil yang lebih baik, mereka menjemur rumpai laut di atas para yang dibuat daripada buluh atau pun di atas lantai konkrit. Rumpai laut yang sudah cukup kering dapat diketahui dengan keluarnya garam. Kemudian rumpai laut akan dibersihkan dengan menggunakan air tawar sehingga benar-benar bersih. Rumpai laut yang telah dibersihkan, dijemur sekali lagi di antara satu hingga dua hari hingga ia benar-benar kering. Sebelum boleh dijual kepada orang tengah atau peniaga, rumpai laut dibersihkan sekali lagi daripada kekotoran yang tertinggal dengan cara mengayaknya. Kemudian rumpai laut kering dimasukkan ke dalam guni atau karung plastik, sama ada dimampatkan atau tidak. Bagi rumpai laut yang dimampatkan, sebuah karung guni boleh memuatkan sehingga 100 kg. rumpai laut kering, sementara bagi yang tidak mampat ia boleh dimuatkan ke dalam guni hingga 60 kg. rumpai laut kering. Semua rumput kering yang dieksport, khususnya jenis *Gracilaria* perlu mematuhi mutu dan piawaian yang telah digariskan. Piawaian telah menetapkan kadar air maksimum 25%, dan bendasing (garam, pasir, karang dan kayu) maksimum 5%. Sementara, untuk jenis *Eucheuma*, kadar air maksimum 32% dan bendasing 5%. Seperti yang telah dijelaskan sebelum ini, pengkultur memasarkan rumpai laut mereka dalam bentuk kering, dan kerja-kerja memprosesnya untuk dijadikan bahan seperti agar-agar, keraginan dan algin hampir keseluruhannya dilakukan oleh kilang. Sebenarnya kerja-kerja memproses tersebut mampu dilakukan sendiri oleh pengkultur. Umpamanya, untuk membuat keraginan, pengkultur perlu membersihkan rumpai laut dengan air tawar sehingga benar-benar bersih. Kotoran yang melekat seperti lumpur, pasir, kulit kerang dan karang perlu dibuang. Setelah itu rumpai laut direndam dalam air tawar selama 12-24 jam, kemudian dibilas dan ditiriskan. Selanjutnya rumpai laut direbus dalam air dengan menggunakan pressure cooker dengan nisbah 1:15 pada suhu 120oC selama 15 minit. Tindakan selanjutnya dilakukan dengan merebus kembali rumpai laut tanpa tekanan, pada suhu 100oC selama 2-3 jam.

Seterusnya rumpai laut yang telah lembut dihancurkan dengan blender dan ditambahkan air panas (90oC) dengan perbandingan 1:30. Hasilnya disaring dengan menggunakan kain kasa. Filtrat diendapkan dengan menambahkan metil alkohol 90% atau membekukannya pada suhu-10oC hingga -6oC selama 24-48 jam. Endapan yang bercampur dengan alkohol kemudian disaring dengan kain kasa. Hasil saringan ini berupa keraginan basah. Tindakan mencairkan filtrat yang beku perlu dilakukan dahulu, sebelum tindakan pengeringan selanjutnya dilakukan lagi. Keraginan basah dikeringkan selama 3-4 hari. Untuk mendapatkan tepung keraginan proses penggilingan perlu dilakukan.

Selain daripada penghasilan keraginan, rumpai laut juga diproses untuk dijadikan agar-agar. Agar-agar kebanyakannya dihasilkan daripada rumpai laut jenis *Gracilaria*. Agar-agar yang terhasil dalam bentuk tepung, batang atau pun

dalam bentuk kepingan. Untuk membuat agar-agar tidak melibatkan kaedah yang kompleks dan tidak juga melibatkan peralatan dan bahan yang sukar diperolehi. Untuk membuat agar-agar, tindakan pertama yang dilakukan ialah mencuci rumput laut dengan air tawar hingga benar-benar bersih. Kotoran yang melekat seperti lumpur, pasir, kulit kerang dan karang perlu dibersihkan. Seterusnya rumput laut perlu direndam dalam air bersih sebanyak 20 kali berat rumput laut selama tiga hari. Selanjutnya tindakan "pemucatan" perlu dilakukan dengan cara merendam rumput laut sambil dikacau di dalam larutan kaporit 0.25% atau larutan kapur tohor 5%. Setelah empat hingga enam jam, rumput laut dicuci semula selama lebih kurang tiga jam. Ini dilakukan bertujuan untuk menghilangkan bau kaporit atau kapur tohor. Seterusnya rumput laut yang telah bersih dan pucat dikeringkan selama dua hari.

Langkah berikutnya adalah pelembutan. Untuk lebih memudahkan mengekstrak, dinding sel perlu dipecahkan dengan ditambahkan H₂SO₄. Rumput laut direndam dalam H₂SO₄ selama 15 minit. Banyaknya H₂SO₄ bergantung pada jenis rumput laut. Untuk rumput laut *Gracilaria* diperlukan H₂SO₄ antara 5-10%. Sekiranya tidak ada asid sulfat, boleh juga digunakan asid asetat, asid sitrat, buah asam atau daun asam. Oleh sebab asid sulfat sangat berbahaya maka rumput laut dicuci dengan merendamkannya dalam air bersih selama 15 minit, kemudian ditiriskan.

Langkah selanjutnya adalah pemasakan. Rumput laut dimasak dalam air sebanyak 40 kali berat rumput laut. Setelah mendidih (90-100oC) ditambahkan asid cuka untuk memperoleh pH 6-7. Apabila pH > 7 maka pH nya diturunkan dengan penambahan asid cuka. Sementara apabila pH nya < 6 maka ditambahkan NaOH. Pemeriksaan pH dilakukan dengan menggunakan kertas pH. Pemasakan dilakukan sekitar 45 minit, tetapi boleh juga hingga selama di antara dua hingga empat jam, bergantung pada cara pengadukannya. Proses setelah pemasakan, bergantung pada bentuk akhir agar-agar yang diinginkan, ia ini berupa batang, kepingan atau pun tepung.

Untuk membuat agar-agar batang atau kepingan, hasil pemasakan kemudian disaring dengan kain belacu dan dihimpit. Cairan yang keluar ditampung dalam bekas dan dineutralkan dengan penambahan air soda sehingga pH nya menjadi 7-7.5. Bila pH yang dikehendaki sudah tercapai, cairan kemudian dimasak kembali sambil dikacau. Setelah mendidih, hasilnya dituangkan ke dalam cetakan. Selepas lebih kurang enam jam kemudian agar-agar sudah sejuk dan membeku. Hampas hasil himpitan dapat digunakan lagi dengan cara ditambah air sebanyak 75% daripada jumlah air asal. Kemudian hampas dipanaskan dan disaring. Cairan yang keluar dapat digunakan sebagai campuran dalam proses selanjutnya. Sampai ke akhirnya hampas yang tidak boleh digunakan lagi, boleh digunakan sebagai makanan ternakan.

Cairan yang telah membeku didinginkan dalam ruang pendingin pada suhu-20o C selama empat hingga lima hari. Pendinginan ini dilakukan agar pemadatan benar-benar terjadi dengan sempurna. Agar-agar kemudian dikeluarkan daripada cetakan. Hasilnya berupa agar-agar batang. Bila didinginkan agar-agar berbentuk kepingan, agar-agar dipotong setebal 0.5 cm dengan menggunakan kawat halus yang diperbuat daripada besi. Agar-agar batang atau kepingan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Agar-agar yang benar-benar kering dimasukkan ke dalam karung plastik dengan berat masing-masing 10 gram.

Untuk menghasilkan agar-agar tepung, agar-agar yang telah dimasak disaring dengan filter press filtrat. Cairan yang keluar ditampung dan didinginkan selama tujuh jam. Agar-agar beku dihancurkan dan dihimpit dengan kain. Hasilnya berupa keping-kepingan yang kemudian diangin-anginkan. Kepingan-kepingan kering dipotong sekitar 3 x 5 mm, kemudian dimasukkan ke dalam alat penggiling atau grinder. Hasil penggilingan adalah agar-agar tepung. Agar-agar tepung kemudiannya dimasukkan ke dalam kertas glasin yang dilapisi lilin atau boleh juga dimasukkan dalam plastik, kemudian dibungkus dengan kertas.

Masalah Pengkulturan Rumpai Laut

Seperti yang telah disentuh di atas, pengkulturan rumpai laut menghadapi beberapa masalah, di antaranya masalah rumpai laut diserang haiwan pemangsa seperti ikan batu (parrotfish), ikan belais (rabbitfish), jenis ikan belais (sergeon fish), ikan daun (filefish), ikan ayam laut (triggerfish), ikan buntal (porcupinefish), penyu, bulu babi (tehe-tehe), landak laut (tayum) dan mentimun laut (balat). Kebanyakan spesies tersebut hidup di kawasan batu karang yang mana ikan-ikan ini suka memakan lumut termasuk rumpai laut yang lembut. Spesies ikan-ikan di atas suka meragut tunas muda. Jika kumpulan besar ikan ini terus meragut, maka suku ekar rumpai laut akan musnah dalam masa beberapa hari sahaja. Kesan ragutan ini menyebabkan kulit rumpai dan tunas musnah.

Pada musim meragut, ikan akan meragut dalam bilangan yang banyak. Ini boleh menyebabkan kemusnahan pada tanaman. Jika tanaman pengkulturan sudah boleh dituai, maka lebih baik rumpai laut tersebut dituai daripada dibiarkan menanggung kemusnahan. Di samping itu pengkulturan boleh juga menangkap ikan-ikan tersebut dengan memasang bubu, pukot, pancing atau guna kaedah lain untuk menangkap ikan. Selain daripada itu untuk mengelak ragutan secara serius, pengkulturan disarankan menjalankan tanaman rumpai laut secara beramai-ramai dan serentak agar bilangan rumpai laut yang musnah secara merata adalah lebih kecil.

Selain daripada serangan haiwan pemangsa, rumpai laut juga terdedah kepada penyakit 'ais-ais' dan penyakit 'efifit'. Penyakit tersebut terjadi kerana

berlakunya parasitisme, iaitu tumbuhan akuatik bersifat parasit yang melekat pada rumpai laut. Tumbuhan akuatik ini mengujudkan persaingan dengan rumpai laut dalam mendapatkan ruang tumbesaran, cahaya dan nutrien. Akibatnya keadaan ini menyekat tumbesaran rumpai laut, membunuh sel-sel rumpai laut yang akhirnya mendatangkan kerugian kepada pengkultur. Parasitisme berlaku disebabkan oleh pelbagai punca. Di antaranya disebabkan oleh arus yang perlahan, di mana keadaan tersebut memudahkan parasit melekat pada rumpai laut. Sementara itu cahaya matahari yang terik pula membantu dalam mempercepatkan pertumbuhan parasit. Di kawasan yang airnya kotor, biasanya banyak kotoran akan melekat pada rumpai laut. Dalam pada itu bagi kawasan yang suhunya tidak sesuai akan melemahkan sel-sel rumpai laut. Sementara itu di kawasan yang paras kemasinannya rendah, akan menghalang pertumbuhan rumpai laut. Selain daripada faktor di atas, rumpai laut juga akan turut musnah sekiranya berlaku perubahan cuaca secara mendadak, musim lumut dan lain-lain. Tindakan yang biasa dilakukan oleh pengkultur semasa berhadapan dengan masalah diserang penyakit ialah menuai semua tanaman dan menjemurnya, mengangkat tali kultur untuk dibersihkan dan dijemur, dan seterusnya menghentikan aktiviti mengkultur buat seketika.

Penyakit di atas memberi kesan kepada kuantiti hasil, di mana kadar hasil yang dituai akan menjadi rendah. Seiring dengan itu menyebabkan berlakunya kerosakan atau kematian benih yang tinggi. Jika terlalu serius akan menyebabkan pengkultur tidak dapat melakukan kitaran semula benih untuk pusingan tanaman yang seterusnya. Akibat akhir bagi rumpai laut yang diserang penyakit, ialah mutu rumpai laut kering yang rendah dan seterusnya merendahkan harga komoditi tersebut. Ini akhirnya akan mendatangkan kerugian kepada pengkultur.

Untuk mengatasi masalah di atas, beberapa tindakan telah diambil oleh pengkultur. Pengkultur biasanya sentiasa memeriksa tanaman rumpai laut mereka dari masa ke semasa. Mereka akan mengasingkan rumpai laut yang berpenyakit dengan cara menuai dan menjemurnya. Bagi tanaman yang masih sihat, mereka akan memindahkannya ke tempat yang lain, yang lebih baik keadaannya. Selain daripada itu terdapat juga pengkultur yang mengatasi masalah ini dengan cara menanam pelbagai jenis rumpai laut di lokasi yang sama. Bagi pengkultur yang tidak inginkan kerugian, mereka biasanya merekodkan ketika berlakunya perubahan cuaca, musim, dan kehadiran lumut sebagai langkah persediaan untuk usaha pengkulturan rumpai laut yang akan datang. Pada musim-musim tersebut, pengkultur tidak menjalankan aktiviti pengkulturan rumpai laut.

Kesimpulan

Sebagai sebuah negara kepulauan yang memiliki kawasan perairan terluas di Asia Tenggara, Indonesia telah memanfaatkan perairannya untuk menjalankan usaha

pengkulturan rumpai laut. Rumpai laut telah memberi sumbangan besar kepada Indonesia dari segi pendapatan tukaran wang asing dan penyediaan peluang pekerjaan kepada komuniti pantai yang hampir keseluruhannya berada dalam keadaan miskin. Terdapat pelbagai kaedah pengkulturan telah diperkenalkan kepada petani laut seperti kaedah dasar, kaedah lepas dasar, kaedah rakit, kaedah tali panjang dan kaedah tali gantung. Kaedah-kaedah tersebut dengan mudah dapat dilaksanakan kerana modal yang terlibat bagi setiap kaedah tidaklah begitu besar. Bagaimana pun yang lebih penting, pengkultur boleh memperoleh pulangan dalam masa yang singkat iaitu di antara 45 hingga 60 hari.

Pemilihan kaedah amat bergantung pada ciri-ciri perairan, khususnya dari segi kedalaman, ciri permukaan dasar laut dan keadaan arus dan gelombang. Kaedah pengkulturan rumpai laut yang dipilih akan menentukan hasil bagi setiap kali tuaian. Selain daripada itu, hasil tuaian juga ditentukan oleh kerja-kerja pemantauan yang dilakukan oleh pengkultur. Di samping itu hasil tuaian juga dipengaruhi oleh ancaman yang datang daripada haiwan perosak, seperti penyu dan ikan baronang, penyakit ais-ais, mendapan lumut, kerang-kerangan dan lain-lain.

Seperti dalam kegiatan pertanian yang lain, petani hanya berperanan sebagai pengeluar. Dalam hal ini pengkultur hanya memainkan peranan daripada peringkat menanam hingga menghasilkan rumpai laut kering. Proses seterusnya daripada mengering hingga ke pembuatan agar-agar, penggredan dan pemasaran dimainkan oleh usahawan-usahawan yang lain. Oleh sebab teknik untuk memproses rumpai laut hingga menjadi agar-agar adalah mudah dan ringkas, sepatutnya ia boleh dilakukan oleh pengkultur atau keluarga mereka, sama ada secara bersendirian atau melalui persatuan. Pihak kerajaan mungkin boleh membantu mereka dalam hal ini dengan cara menyediakan peralatan-peralatan yang diperlukan dan memberi nasihat dan tunjuk ajar.

References

- _____. (2006). Kod Amalan Akuakultur, Pengkulturan Rumpai Laut. Jabatan Perikanan Sabah.
- _____. (2006). Persediaan Peralatan dan Kaedah Pengkulturan Rumpai Laut. PPPRL, Omadal, Semporna. (Tidak diterbitkan).
- _____. (2000). Teknik-teknik Pengkulturan Dan Pengendalian Rumpai Laut (*Kappaphycus alvarezii*). Jabatan Perikanan Sabah. (Tidak diterbitkan).
- _____. (2003). Farming Seaweed in Kiribati: A Practical Guide for Seaweed Farmers. Secretariat of The Pacific Community.
- _____. (2006). Maklumat Rumpai Laut, PPPRL. Omadal, Semporna. (Tidak diterbitkan).

- _____. (2006). Masalah dan Penyakit, PPPRL. Omadal Semporna. (Tidak diterbitkan).
- _____. (2006). Pengurusan Ladang Rumpai Laut, PPPRL. Pulau Omadal Semporna. (Tidak diterbitkan).
- _____. (2006). Projek Perintis Pengkulturan Rumpai Laut Pulau Omadal. PPPRL, Omadal, Semporna. (Tidak diterbitkan).
- Aggandiredja, J., S. A. Zakaria, H. Purwanto, dan S. Istini. (2008). *Rumput Laut*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Aggandiredja, J., S. Irawati dan Kusmiyati. (1996). *Potensi dan Manfaat Rumput Laut Indonesia dalam Bidang Farmasi*. Makalah pada Seminar Nasional Indonesia Tentang Rumput Laut, Jakarta, 31 Julai 1996.
- Ahmad, I. (1995). *Rumpai Luat Malaysia*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Anonin. (1996). Rumput Laut Sebagai Bahan Pangan Bergizi dan Ubat. *Majalah Techner*, No.26 Tahun V, Jakarta: 49-51.
- Anonin. (1999). *Investasi Agribisnis Komoditas Unggulan Perikanan*. Yogyakarta: Diterbitkan Kerjasama Badan Agribisnis Departemen Pertanian dan Kanisius.
- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Dahuri, R., J.Rais, S.P. Ginting dan M.J. Sitepu. (2001). *Penelolaan sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Doty, M. S. (1987). The Production and Use of Eucheuma. in M.S. Doty, J.P. Caldy, and B. Santelices, (ed.) *Case Studies of Seven Commercial Seaweed Resources*. Rome: FAO Fish Techn. Paper,
- Erick Ingvaidd Ask. (1999). *Cottonii and Spinosum Cultivation*. Philadelphia Pennsylvania: FMC BioPolymer.
- Erick Ingvaidd Ask. (2000). *Proper Post Harvest Handling: The Key to Producing High Quality Cottonii and Spinosum*. Philadelphia Pennsylvania: FMC BioPolymer.
- Green, E.P. dan Short, F.T. (2003). *World Atlas of Seagrasses*. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre, University of California Press, USA.
- Indriani, H., dan A. Susmiarsih. (1994). *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Irianto, H.E., A. Susianti, M. Darmawan, dan Syamdidi. (2005). Penggunaan Kappa-Karaginan Sebagai Bahan Penstabil Saus Tomat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11 (4): 25-32.
- Kadi, A dan W.S. Atmadja. (1988). *Rumput Laut (Algae): Jenis, Reproduksi, Produksi, Budi Daya dan Pascapanen. Proyek Studi Potensi Sumberdaya Alam Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Jakarta: LIPI.

- Kordi, K.M.G. H. (2004). Budi Daya Rumpuk Laut di tambak. *Harian Pedoman Rakyat*, 10/10, Makassar.
- Kordi, K.M.G. H. (2005). Prospek Budi Daya Rumpuk Laut. *Harian Pedoman Rakyat*, 09/03, Makassar.
- Kordi, K.M.G. H. (2007). *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budi Daya Perairan*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Kordi, K.M.G. H. (2010). *Marikultur: Prinsip dan Praktik Budi Daya Laut*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Kordi, K.M.G. H. (2011). *Kiat Sukses Budi Daya Rumpuk Laut Di laut & Tambak*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Lelian Edang, Fazrullah Rizally Abdul Razak dan Agnie Ang Nyok Fah. (2008). *Rumpuk Perairan Sabah*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Linawati. (1998). *Marine Biotechnology: Opportunities and Challenges for Sustainable Development of Coastal and Marine Resources*. Paper presented in Workshop on Marine Biotechnology, 16-20 Februari, Centre for Coastal and Marine Resources Studies, Bogor.
- M.Ghufran H. Kordi K. (2011). *Kiat Sukses Budi Daya Rumpuk Laut Di laut dan Tambak*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Mubarak, H., sulistijo, A. Djamali dan O.K. Sumadhiharga. (1998). Sumber Daya Rumpuk Laut. dalam Johannes Widodo et.a. 1998, *Potensi dan Penyebaran sumber Daya Ikan Laut di Perairan Indonesia*. Komisi Nasional Pengkajian Stok sumber Daya Ikan Laut. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Parentrengi, A. Dan S. Amini. (1994). Kultur Rumpuk Laut *Gracilaria verrucosa* Secara In Vitro Pada Berbagai-bagai Panjang Eksplan. *Jurnal Penelitian Budi Daya Pantai*, 10 (2): 29-33.
- Purnomo, A.H., Y. Hikmayani, Z. Nasution, dan H.E. Irianto. (2004). Pola Pengembangan Industri Cracillaria di Indonesia. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 10 (7): 31-46.
- Radiarta, I.N., T.H. Prihadi, A. Saputra, J. Haryadi, dan O. Johan. (2007). Penentuan Lokasi Budi Daya Rumpuk Laut (*Eucaema* spp.) Berdasarkan Parameter Lingkungan Di Perairan Kecamatan Moro, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Riset Akuakultur*, 2 (3): 319-328.
- Sudradjat, A. (2008). *Budi Daya 23 Komoditas Laut Menguntungkan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sulisijo dan W.S. Atmadja. (1993). Diversifikasi Pemanfaatan Tambak Dengan Budidaya Rumpuk Laut *Gracilaria*. *Makalah pada Simposium Perikanan Indonesia I*, Jakarta, 25-27 Ogos 1993.
- Suryaningrum, T.D., J. Basmal dan Nurochmawati. (2005). Studi Pembuatan Edible Film dari Keranginan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11 (4): 1-13.
- Talip Hassan. (2004). *Kertas Kerja Pengkulturan Rumpai Laut Untuk Projek KPLB Di Daerah Lahad Datu*. Lahad Datu: Pejabat Perikanan Daerah.

- Tjaronge, M. (2005). Polikultur Rumput Laut, *Gracilaria* sp. Dan Ikan Bandeng, *Chanos chanos* dengan Padat Penebaran yang Berbeda. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11 (7): 79-85.
- Utojo, A. Mansyur, A. Mustafa, Hasnawai dan A.M. Tangko. (2007). Pemilihan Lokasi Budidaya Ikan, Rumpai Laut, dan Tiram Mutiara yang Ramah Lingkungan di Kepulauan Togean, Sulawesi Tengah. *Jurnal Riset Akuakultur*, 2 (3): 303-318.
- Utojo. (2000). *Pengembangan Budi Daya, Produksi dan Pemanfaatan Produk Rumput Laut Merah (Rhodophyceae) di Indonesia*. Makalah yang disampaikan pada Konferensi Nasional II Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan Indonesia, Makassar, 15-17 Mei 2000.
- Winarno, F.G. (1990). *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Yasin, H., A. Tamsil dan M.Kasnir. (2002). Kajian Pasca Panen Rumput Laut di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. *Jurnal Ilmiah Mutiara*, Vo 1 No.1/VI/2002:9-26.
- Zatnika, A. (1993). Menyimak Pasang Surut Rumput Laut Indonesia. *Majalah Techner*, No.08 Tahun II, Jakarta: 51-54.
- Zatnika, A. (1993). Prospek Industri dan Proses Produksi Carrageenan." *Majalah Techner*, No.10 Tahun 11, Jakarta: 42-45.