

Kajian kes sistem pengkulturan rumpai laut di Indonesia (Case study on seaweed production system in Indonesia)

Suhana Safari*, Rozhan Abu Dardak*, Mohd Rashid Rabu* dan Rashilah Mohamad**

Kata penunjuk: rumpai laut, sistem pengkulturan, pengeluaran, potensi

Abstrak

Indonesia ialah negara utama pengeluar rumpai laut dunia dan merupakan negara pesaing Malaysia dalam industri ini. Permintaan yang tinggi di pasaran dalam dan luar negara melonjakkan jualan yang tinggi di pasaran dan menjadikan industri ini sebagai industri pilihan untuk dibangunkan. Kajian kualitatif berstruktur telah dijalankan iaitu melalui temu bual di kawasan pengkulturan di wilayah Sulawesi serta perbincangan kumpulan fokus bersama kumpulan pakar dan pegawai kerajaan yang terlibat secara langsung dalam bidang penyelidikan dan pembangunan industri rumpai laut Indonesia. Indonesia mempunyai kawasan seluas 769,452 ha merangkumi 26 wilayah untuk aktiviti penanaman rumpai laut dan telah menggunakan 45% kawasan yang diperuntukkan. Sistem pengkulturan di Indonesia tidak jauh berbeza dengan amalan yang digunakan oleh penternak rumpai laut di Malaysia. Namun, perbezaan kos pengeluaran RM0.42/kg hasil adalah lebih murah berbanding dengan kos pengeluaran di Malaysia iaitu RM0.65/kg. Justeru, bagi menambah baik sistem pengeluaran rumpai laut di Malaysia, kerajaan disarankan menjadikan Indonesia sebagai model pembelajaran yang berterusan sama ada dari aspek pengeluaran, teknikal mahupun penyelidikan bagi memenuhi permintaan yang semakin meningkat, bernilai tinggi serta berterusan di peringkat domestik dan global.

Pengenalan

Indonesia adalah negara kepulauan dikelilingi oleh hampir 13,466 pulau kecil dan mempunyai pantai yang luas dan landai untuk aktiviti pengkulturan rumpai laut sepanjang tahun (Made 2014). Aktiviti pengkulturan rumpai laut Indonesia telah bermula sejak awal 80-an dan berkembang pesat bermula awal tahun 2000 hingga sekarang. Merujuk kepada statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia, industri rumpai laut telah dikenal pasti sebagai penyumbang terbesar daripada keseluruhan pengeluaran produk perikanan

dengan kadar sumbangan berjumlah 57.6% pada 2009.

Rumpai laut atau *macroalgae* telah diklasifikasikan dalam tiga kumpulan terbesar berdasarkan pigmentasi iaitu coklat (Phaeophyceae), merah (Rhodophyceae) dan hijau (Chlorophyceae) (Rashilah 2013). Di perairan negara ASEAN, pertumbuhan rumpai laut yang sesuai untuk ditenak adalah daripada jenis rumpai laut hijau. Rumpai laut terutama daripada spesies *Kappaphycus alvarezii* atau *cottonii* dapat tumbuh dengan aktif di perairan Laut Sulu hingga ke sempadan Laut Celebes,

*Pusat Penyelidikan Ekonomi dan Sains Sosial, Ibu Pejabat MARDI, Pensiiran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor

**Pusat Perkhidmatan Teknikal dan Makmal, Ibu Pejabat MARDI, Pensiiran MARDI-UPM, 43400 Serdang, Selangor
E-mel: suhanasafari@mardi.gov.my

©Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia 2015

iaitu di antara perairan Semporna hingga ke perairan di sekitar kepulauan Zamboanga di Filipina. Kawasan perairan ini juga dikategorikan sebagai perairan laut panas (*warm water*) (Suhaimi 2011).

Di Indonesia terdapat lebih kurang 555 jenis rumpai laut yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi namun masih belum dibuktikan secara saintifik dan masih tergolong dalam kalangan rumpai laut liar (Linawati 2014). Namun, terdapat beberapa jenis rumpai laut sahaja yang dikomersialkan bagi memenuhi permintaan industri iaitu *Kappaphycus* spp. untuk penghasilan karagenan, *Sargassum* spp. untuk alginat serta *Gracillaria* spp. untuk agar. Spesies rumpai laut yang lazimnya ditenak pada masa kini ialah *Kappaphycus cottonii*, *Kappaphycus alvarezii* dan *Kappaphycus spinosum*. Dianggarkan lebih kurang 60% rumpai laut yang dihasilkan di Indonesia adalah jenis *Kappaphycus* spp., manakala 30% *Gracillaria* spp. dan 10% *Sargassum* spp. (Aslan 1998). Keluasan kawasan perairan Indonesia yang luas telah membolehkan rumpai laut ini ditenak dengan baik dan menghasilkan produktiviti yang tinggi. Kesesuaian lokasi, suhu air laut, keadaan terumbu karang, pergerakan angin dan ombak, serta kemasinan air laut yang sesuai mempengaruhi pertumbuhan dan kesuburan rumpai laut. *Kappaphycus* spp. akan tumbuh dengan baik di kawasan terumbu karang yang mempunyai dasar yang kasar dan berpasir, berlumpur serta kawasan yang terlindung daripada ombak yang kuat.

Permintaan rumpai laut untuk pasaran global adalah sangat besar terutama dalam industri pemprosesan makanan dan pembuatan. Pengekstrakan rumpai laut menghasilkan agar, alginat dan karagenan yang berfungsi sebagai penstabil, pengental, pembentuk gel serta pengemulsi bagi industri makanan, farmaseutikal, kosmetik dan pelbagai industri lain. Antara ketiga-tiga hasil ekstrak rumpai laut tersebut, permintaan terhadap karagenan adalah yang tertinggi kerana kegunaannya sebagai bahan asas kepada produk proses yang

besar serta lebih meluas. Analisis terhadap kandungan rumpai laut jenis *Kappaphycus* yang dijalankan oleh penyelidik dari Institut Pertanian Bogor (IPB) menunjukkan 1 kg rumpai laut kering mengandungi 50% serat, 20 – 30% sumber mineral (Mg, Na, Ca, K, Fe, Cu, Mn, Zn, Bo, I), 8 – 15% protein, 20 – 170 mg karoten, 500 – 3,000 mg vitamin C dan 1 – 5% lemak.

Karagenan yang dihasilkan daripada ekstrak rumpai laut akan melalui dua peringkat penyulingan iaitu dalam bentuk sediaan separa halus (*semi-refined carrageenan-SRC*) dan dalam bentuk karagenan halus (*refined carrageenan-RC*). Permintaan terhadap karagenan halus atau RC adalah tinggi di pasaran tempatan dan luar negara kerana kualiti produk yang dapat dihasilkan olehnya adalah lebih baik serta penggunaannya yang lebih penting berbanding dengan karagenan separa halus atau SRC.

Secara umumnya, telah diketahui bahawa Indonesia ialah pengeluar rumpai laut dunia dan juga merupakan negara pesaing Malaysia dalam industri ini. Permintaan yang tinggi di pasaran dalam dan luar negara melonjakkan jualan yang tinggi di pasaran dan menjadikan industri ini sebagai salah satu industri pilihan untuk dibangunkan dan menjadi penyumbang kepada ekonomi pertanian negara. Justeru, satu kajian telah dijalankan dengan menggunakan kaedah kualitatif berstruktur iaitu melalui temu bual ke kawasan pengkulturan di wilayah Sulawesi serta perbincangan kumpulan fokus bersama kumpulan pakar dan pegawai kerajaan yang terdiri daripada penyelidik dari Universiti Pertanian Bogor (IPB), SEAMEO BIOTROP, pegawai dari Kementerian Kelautan dan Perikanan serta wakil dari Persatuan Industri Rumpai Laut Indonesia. Kesemua pakar yang dijemput mempunyai pengalaman serta pengetahuan dalam bidang penyelidikan rumpai laut dan pembangunan industri ini di peringkat operasi.

Temu bual secara mendalam bersama pengusaha di lapangan adalah untuk

mendapatkan maklumat sistem pengkulturan yang dipraktikkan selain melihat sendiri kaedah pengkulturan yang dilaksanakan oleh penternak di sana. Manakala, melalui perbincangan kumpulan fokus, maklumat yang berkaitan diperolehi merangkumi pengeluaran rumpai laut, penyediaan benih, hasil dan produktiviti, pengendalian lepas tuai, pengeringan dan penentuan mutu, pembungkusan dan penyimpanan, pengiraan kos pengeluaran, pemasaran dan harga jualan.

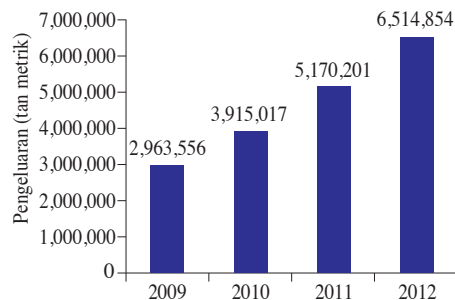
Pengeluaran rumpai laut Indonesia

Pengeluaran rumpai laut *Kappaphycus* spp. untuk menghasilkan karagenan banyak dihasilkan di perairan negara-negara ASEAN seperti Indonesia, Filipina, Malaysia, Vietnam dan Thailand. Antara negara tersebut, Indonesia merupakan negara pengeluar terbesar di Asia Tenggara bahkan pembekal rumpai laut kering utama di dunia. Pengeluaran rumpai laut Indonesia meningkat daripada 2.9 juta tan metrik pada 2009 kepada 3.9 juta tan metrik pada 2010 (*Rajah 1*). Peningkatan pengeluaran ini konsisten bagi tahun-tahun berikutnya sehingga tahun 2012 di mana kadar kenaikan tahunan dianggarkan meningkat sebanyak 13.6% atau 887 ribu tan metrik setahun dari 2009 hingga 2012. Pertumbuhan yang positif ini adalah disebabkan oleh faktor peningkatan permintaan terhadap karagenan yang dihasilkan oleh rumpai laut *Kappaphycus* spp. semakin meningkat dan

mendapat sambutan dari pasaran tempatan mahupun luar negara.

Kawasan pengeluaran

Kawasan yang sesuai untuk aktiviti pengkulturan rumpai laut adalah seluas 769,452 hektar merangkumi 26 wilayah dari seluruh Indonesia (*Jadual 1*). Namun, hingga kini hanya 45% sahaja kawasan yang digunakan iaitu seluas 343,643 hektar manakala lebih sebanyak 425,809 hektar masih belum diterokai. Terdapat tujuh wilayah yang tidak mempunyai aktiviti pengkulturan rumpai laut iaitu di kepulauan Riau, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah. Wilayah ini secara relatifnya tidak melaksanakan aktiviti perusahaan rumpai laut disebabkan oleh kedudukan ekologiinya yang tidak sesuai sebagai kawasan pengkulturan di samping tidak berada



Sumber: KKP (2013)

Rajah 1. Pengeluaran rumpai laut kering Indonesia (2009 – 2012)

Jadual 1. Kawasan pengkulturan dan kapasiti pengeluaran rumpai laut Indonesia bagi tahun 2012

Kepulauan	Kawasan (ha)		Kapasiti pengeluaran (juta tm/tahun)
	Sesuai	Digunakan	
Sumatera	196,417	98,210	3,179,949
Sulawesi	157,616	78,809	1,504,637
Jawa	16,210	8,106	112,286
Kalimantan	21,703	10,852	786,004
Nusa Tenggara	118,795	59,398	707,404
Maluku dan Papua	258,711	88,268	224,572
Jumlah keseluruhan	769,452	343,643	6,514,854

Sumber: KKP (2013)

dalam lingkungan segi tiga terumbu karang (*coral triangle*). Kawasan ini juga terdedah kepada tiupan angin dan ombak kuat yang boleh memusnahkan kawasan pengkulturan rumput laut. Ekosistem terumbu karang adalah penting bagi pertumbuhan rumput laut yang sihat dan berperanan sebagai penghalang arus ombak kuat, mempunyai dasar yang berkarang, berpasir dan berlumpur sebagai kawasan sesuai untuk sumber mikro dan makro nutrien bagi pertumbuhan rumput laut.

Kawasan utama pengeluaran rumput laut Indonesia adalah dari kepulauan Sumatera dan Sulawesi yang menyumbang 28.6% (98,210 ha) dan 22.9% (78,809 ha) masing-masing daripada keseluruhan kawasan yang digunakan untuk aktiviti pengkulturan rumput laut. Kapasiti pengeluaran rumput laut dari Sumatera dan Sulawesi pada 2012 adalah sebanyak 4.7 juta tan metrik dan menjadi penyumbang terbesar kepada pengeluaran tahunan Indonesia pada tahun tersebut. Kepulauan Sumatera terdiri daripada wilayah Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan dan Bangka Belitung manakala bagi kepulauan Sulawesi, pengeluaran disumbang dari wilayah Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Utara dan

Gorontalo. Bagi kepulauan lain pula, peningkatan kapasiti pengeluaran rumput laut dijangka akan meningkat selari dengan peningkatan kawasan pengkulturan yang masih luas dan belum digunakan.

Eksport

Bagi memenuhi permintaan terhadap rumput laut, Indonesia aktif menjalankan aktiviti eksport ke pasaran dunia. Indonesia mengeksport sebanyak 181.9 ribu tan metrik dengan nilai dagangan sebanyak USD209 juta pada 2013 iaitu 4.5% peningkatan daripada tahun sebelumnya (*Jadual 2*). Secara kumulatifnya, sepanjang tahun 2009 hingga 2013, Indonesia telah mengeksport hampir 740 ribu tan metrik atau 31% rumput laut ke pasaran luar negara manakala yang selebihnya adalah untuk keperluan pasaran tempatan. Menurut Made (2014), eksport rumput laut utama dari Indonesia kebanyakannya adalah dalam bentuk rumput laut kering dan juga terdapat dalam sediaan separa siap contohnya dalam bentuk *Alkali Treated Chips (ATC)* atau SRC. Kuantiti eksport Indonesia terus meningkat setiap tahun. Bagaimanapun, telah berlaku penurunan dari segi nilai dagangannya pada 2012. Hal ini terjadi kerana berlakunya lebih bekalan rumput laut dari pengimport terbesar dunia iaitu China dan telah

Jadual 2. Jumlah dan nilai eksport dan import rumput laut Indonesia

Tahun	Jumlah (tm)	Nilai (USD)	Pertumbuhan tahunan
Eksport			
2009	96,566	104,755,017	-
2010	125,732	155,376,429	0.302
2011	162,159	182,341,134	0.290
2012	174,011	177,924,787	0.073
2013	181,924	209,529,335	0.045
Jumlah	740,392	829,926,702	
Import			
2009	2,281	7,407,852	
2010	2,786	13,264,801	
2011	2,906	14,299,956	
2012	1,167	5,777,340	
2013	932	7,779,623	
Jumlah	10,072	48,529,572	

Sumber: KKP (2013)

menyebabkan kejatuhan harga yang mendadak di pasaran global.

China merupakan negara pengimport terbesar rumput laut Indonesia iaitu hampir 71% daripada keseluruhan jumlah eksport dagangan Indonesia (*Rajah 2*), diikuti Filipina sebanyak 10% dan negara lain di bawah 5%. Negara lain yang mengimport rumput laut kering dari Indonesia termasuklah Vietnam, Perancis, Belanda, Brazil, Hong Kong, Chile, Sepanyol, Denmark, Argentina, Malaysia, Australia, Taiwan, Jepun dan Thailand.

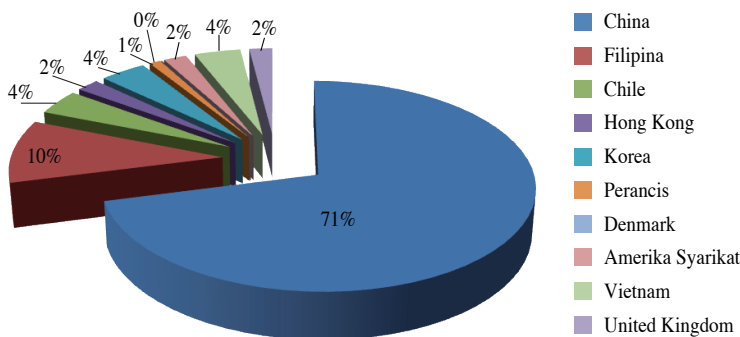
Import

Indonesia bukan sahaja menjadi negara pengeksporth tetapi turut mengimport produk rumput laut dari negara luar dalam bentuk SRC dan RC untuk dijadikan bahan asas produk. Pada tahun 2013, Indonesia telah mengimport 923 tan metrik berjumlah USD7,779 juta SRC dan RC bagi kegunaan pasaran tempatan (*Jadual 2*). Trend pengimportan rumput laut telah berkurang sebanyak 63% dari tahun 2011 hingga 2013. Ini disebabkan oleh polisi kerajaan Indonesia yang telah mengurangkan jumlah import dan memaksimumkan penggunaan rumput laut kepada pasaran tempatan. Negara utama yang menjadi pengeksporth kepada Indonesia ialah China, Malaysia, Kanada, Amerika, Korea, Denmark, Chile, Filipina, Singapura dan Jepun.

Sistem pengkulturan rumput laut

Kesesuaian kawasan pengkulturan merupakan faktor utama kepada pertumbuhan rumput laut yang aktif di samping faktor lain termasuklah kesesuaian benih dan amalan ladang yang efisien. Antara aspek fizikal yang diambil kira dalam pemilihan lokasi adalah seperti yang berikut:

- a) Kawasan yang terlindung, bebas daripada tiupan angin dan ombak yang kuat
- b) Gerakan arus air yang sesuai (20 – 30 cm/saat)
- c) Dasar laut yang berpasir dan berkarang serta bebas daripada lumpur
- d) Paras kedalaman air antara 30 – 60 cm pada waktu surut
- e) Kejernihan air tidak kurang daripada 5 cm
- f) Suhu air laut harian pada kadar 20 – 28 °C
- g) Kitaran kemasinan air laut 28 – 34
- h) pH air 7 – 9
- i) Mempunyai sumber nutrien makanan (makro dan mikro)
- j) Bebas daripada bahan pencemaran
- k) Bebas daripada serangan haiwan perosak yang bersifat herbivor
- l) Mempunyai fasiliti asas yang mudah untuk menjalankan proses penuaian
- m) Sumber tenaga kerja yang mencukupi
- n) Sumber bahan asas yang murah dan mudah untuk pusingan seterusnya



Sumber: Badan Pusat Statistik, RI (2012)

Rajah 2. Negara pengimport utama rumput laut dari Indonesia

Aktiviti pengkulturan rumpai laut di Indonesia banyak dilaksanakan oleh penternak kecil dan sederhana. Namun pada 2001, pemerintah Indonesia telah menggalakkan penternakan secara kelompok iaitu melalui koperasi nelayan untuk penghasilan yang lebih komersial. Kaedah pengkulturan yang dipraktikkan tidak jauh beza dengan kaedah yang dilaksanakan di Malaysia. Terdapat tiga kaedah pengkulturan yang digunakan oleh penternak Indonesia iaitu pengkulturan lepas dasar atau *long-line*, pengkulturan tanam dasar dan pengkulturan rakit apung.

Antara ketiga-tiga kaedah tersebut, penternak kecil Indonesia lebih banyak menggunakan kaedah lepas dasar atau *long-line* kerana hasil tuaian yang lebih baik, modal awalan yang rendah serta perbelanjaan penjagaan yang minimum. Walau bagaimanapun, terdapat sebilangan kecil penternak yang masih mengamalkan kaedah lain seperti tanam dasar dan rakit apung. Setiap kaedah yang digunakan mempunyai kelebihan dan kelemahan tersendiri. Contohnya, kaedah tanam dasar tidak memerlukan pembiayaan modal yang besar, mudah dikelolakan, serta kurang serangan haiwan herbivor laut, namun, produktiviti pertumbuhannya agak rendah di samping berada pada kawasan terbuka dan boleh menghanyutkan rumpai laut apabila berlakunya hempasan ombak kuat.

Secara umumnya, aktiviti pengkulturan rumpai laut yang diamalkan oleh penternak di Indonesia menggunakan kaedah lepas dasar atau *long-line* akan mengambil masa lebih kurang 9 – 10 minggu (*Jadual 3*).

Penyediaan lokasi pengkulturan

Kawasan pengkulturan mestilah mempunyai kedalaman 1 – 5 m dari dasar laut, berkeluasan 5.25 ha dengan ukuran 150 m (panjang) x 350 m (lebar) untuk kapasiti 1,000 rawai. Sejumlah 10 orang tenaga kerja diperlukan untuk mengendalikan pengeluaran di laut dan pengendalian lepas tuai perusahaan rumpai laut.

Tali rawai yang digunakan diperbuat daripada bahan polietilena berukuran 50 – 60 m, berdiameter 8 mm sebagai ibu tali atau tali utama. Ibu tali akan diikat di pancang kayu kukuh yang dibenamkan di dasar laut. Benih rumpai laut yang biasanya digunakan adalah seberat 100 – 150 g serumpun bagi permulaan tanaman. Secara lazimnya, benih seberat 100 g akan menghasilkan rumpai laut seberat 1,000 – 1,500 g selepas 6 – 7 minggu (Kordi 2010). Jarak di antara ikatan benih atau juga disebut *tie-tie* dianggarkan 20 – 30 cm. Pada setiap 2 – 5 cm sepanjang tali rawai, pelampung daripada botol polyethylene terephthalate (PET) diikat agar kedudukan rawai sentiasa tetap pada aras laut.

Jadual 3. Aktiviti penanaman rumpai laut dan tempoh masa

Proses	Aktiviti	Tempoh masa
Pratanaman	Persediaan kawasan pengkulturan dan peralatan	1 minggu
	<ul style="list-style-type: none"> • Pembersihan kawasan • Pembaikan dan pemulihan tali rawai 	
	Persediaan benih <ul style="list-style-type: none"> • Membersih dan memotong talus muda • Mengikat benih (<i>tie-tie</i>) 	1 minggu
Penanaman	Penanaman benih <ul style="list-style-type: none"> • Membuat rentangan rawai yang telah diikat benih di laut 	1 minggu
	Rawatan jangkitan dan kawalan penyakit Penuaian	Sepanjang proses penanaman 6 – 8 minggu

Penyediaan benih

Sebanyak 10 tan metrik benih diperlukan bagi keluasan 5.25 ha atau berkapasiti 1,000 rawai atau 1 tan metrik bagi 100 – 120 rawai sepusingan. Ini bermakna pada satu rawai dianggarkan terdapat lebih kurang 100 ikatan benih seberat 100 g setiap satu. Tugas mengikat benih selalunya dilakukan oleh golongan wanita yang terdiri daripada isteri mahupun ahli keluarga nelayan. Sejumlah 10 orang pekerja diperlukan bagi mengikat benih dan mengambil masa 4 – 5 hari. Penternak pada kebiasaannya akan menggunakan bahan tanaman daripada hasil sebelumnya. Untuk mendapatkan benih yang berkualiti, talus muda, bersih dan segar akan dipilih. Pemilihan benih yang baik adalah perlu kerana akan mempengaruhi kualiti kandungan biota karagenan yang dihasilkan. Secara tidak langsung, ia turut mempengaruhi permintaan harga di pasaran. Benih daripada induk yang mempunyai penyakit perlu dibuang supaya hasil yang baru ditanam tidak terkena jangkitan penyakit. Penggunaan benih yang berulang-ulang terlalu lama akan mengundang kemerosotan genetik rumpai laut dan kecelaruan spesies apabila berlakunya perubahan pada fizikal hasil rumpai laut terutama pada warnanya.

Pengeluaran dan produktiviti

Lazimnya, rumpai laut matang akan dituai selepas 40 – 60 hari penanaman atau 6 – 8 minggu sepusingan dan dalam setahun terdapat 4 – 6 kali pusingan. Rumpai laut yang dituai sewaktu air pasang akan diangkat keseluruhannya di atas rakit atau sampan manakala bagi tuaian pada air surut pula, penternak akan menuai terus di lapangan. Bagi pengeluaran rumpai laut sebanyak 1,000 rawai, produktiviti hasil adalah sebanyak 150 tan metrik basah sepusingan dan menjadikan purata hasil sehektar sebanyak 28.6 tan metrik sepusingan. Ini bersesuaian dengan kenyataan daripada Irianto (2006) iaitu hasil pengeluaran rumpai laut basah akan

mengalami pengurangan sehingga 7% kadar air daripada berat asal rumpai laut. Secara relatifnya, anggaran tahunan hasil adalah sebanyak 10 tan metrik rumpai laut kering sehektar atau 10 kg bagi pengeluaran satu rawai untuk setahun.

Pengendalian lepas tuai, pengeringan dan penentuan mutu

Proses pengendalian lepas tuai di peringkat ladang perlulah dilaksanakan dengan berhati-hati bagi menjamin mutu dan kualiti hasil yang lebih baik. Amalan proses penuaian di ladang adalah sehingga ke peringkat pengeringan. Rumpai laut basah yang baru dituai perlulah dibersihkan terlebih dahulu daripada sisa kotoran seperti pasir, batu-batuan dan kemudiannya dipisahkan dari jenisnya di antara satu dengan yang lain. Setelah rumpai laut dibersihkan, penjemuran di atas para di bawah pancaran cahaya matahari dilakukan. Pengeringan secara tradisional atau di bawah pancaran matahari terik biasanya akan mengambil masa selama 3 – 5 hari bergantung kepada keadaan cuaca. Proses pengeringan yang baik adalah penting untuk menjamin mutu karagenan yang terkandung di dalamnya. Rumpai laut perlulah dijemur di atas para yang disediakan dan jauh dari kawasan yang berdebu. Rumpai laut yang telah kering pada tahap ini adalah berkadar 30% lembapan dan akan mengeluarkan hablur garam di sekelilingnya.

Seterusnya, pencucian kali kedua diteruskan untuk membuang hablur garam yang melekat di sekelilingnya. Proses ini akan mengambil masa tambahan selama 1 hari. Selepas pengeringan kali kedua ini, rumpai air mestilah berada pada lembapan 28%. Sepanjang proses pengeringan ini, penternak perlu mengelakkan rumpai laut daripada terkena air tawar sama ada air hujan atau embun kerana air tawar dapat melarutkan karagenan dan mengurangkan mutunya. Sebelum dijual kepada peraih atau pengumpul, rumpai laut akan diayak di atas tapis untuk menghilangkan kotoran yang masih berbaki. Kemudian rumpai laut

akan dijual terus kepada kilang pemborong untuk dijadikan produk hiliran atau diekstrak kepada produk ATC, SRC atau RC.

Penyelenggaraan dan kawalan penyakit

Sepanjang tempoh penanaman rumpai laut, proses penyelenggaraan dan kawalan penyakit haruslah diambil berat oleh pengusaha untuk mengelakkan terjejasnya hasil pengeluaran. Apabila terdapat kerosakan pada pancang atau tali rawai, penternak harus segera membaiki untuk mengelakkan rumpun rumpai laut daripada dihanyutkan oleh ombak yang kuat. Kotoran atau sampah yang melekat pada tanaman harus dibersihkan agar tidak membantutkan pertumbuhan rumpai laut yang sihat. Selain itu juga, kawalan daripada serangan penyakit rumpai laut perlu segera diatasi sebagai contoh jangkitan bakteria atau fungus yang boleh mengakibatkan kerosakan fizikal pada tisu talus, di mana talus akan mudah patah atau rosak secara keseluruhannya. Ancaman utama terhadap penyakit *ice-ice* juga amat membimbangkan dan seharusnya pengusaha perlu lebih prihatin terhadap penjagaan harian rumpai laut bermula dari proses penanaman sehingga proses penuaian.

Pembungkusan dan penyimpanan

Rumpai laut yang telah kering dan bersih akan dimasukkan ke dalam karung guni atau karung plastik yang dipadatkan dengan berat bersih 50 – 60 kg sekarung. Rumpai laut kering ini biasanya akan dihantar terus kepada kilang pemborong sama ada untuk diproses atau dikumpul kepada kapasiti yang lebih besar untuk dieksport terus kepada pengimport.

Pemasaran dan harga jualan

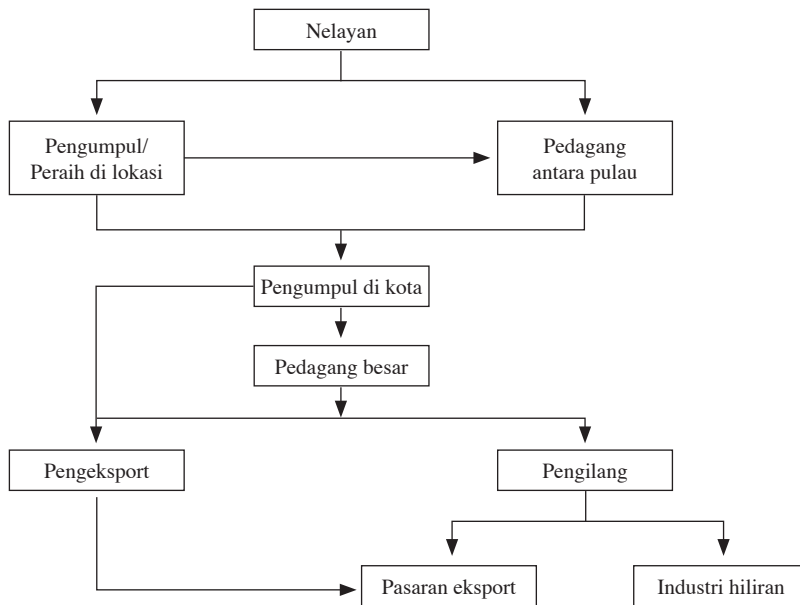
Perusahaan rumpai laut yang dijalankan banyak dikendalikan di kawasan pesisir pantai yang jauh di kawasan bandar. Hampir 80% kawasan penternakan rumpai laut terdiri daripada kawasan atau daerah luar bandar dan menyebabkan sistem rantaian pemasaran rumpai laut masih rendah serta masih bergantung sepenuhnya kepada penglibatan

orang tengah atau pengumpul (Nur 2014). Penternak kecil luar bandar masih berada di tahap sara hidup yang rendah, belanja modal terbatas serta fasiliti yang terhad.

Penternak banyak bergantung harap kepada orang tengah untuk membantu memasarkan hasil rumpai laut mereka kepada pembeli atau pengeksport. Sungguhpun para nelayan mendapat pendapatan yang sedikit daripada jualan rumpai laut, namun jumlah pengeluaran rumpai laut di Indonesia masih tinggi. Menurut data daripada Kementerian Kelautan dan Perikanan, statistik terkini pada tahun 2013, sebanyak 5 juta orang pada masa kini terlibat dalam aktiviti pengeluaran industri rumpai laut di lapangan.

Rajah 2 menerangkan sistem pemasaran rumpai laut secara tradisional di mana petani menjual hasil rumpai laut yang telah dikeringkan secara terus kepada pengumpul atau peraih individu di lokasi, dan turut menjual kepada pedagang antara pulau yang akan bertindak untuk mengumpulkan hasil dalam kuantiti yang lebih banyak. Kemudian pengumpul akan menjual kepada pembeli utama di kota atau di daerah luar sebelum menjual terus kepada pedagang besar dan seterusnya ke pengilang atau pengeksport. Sistem rantaian ini, melibatkan campur tangan banyak pihak dan secara tidak langsung akan meningkatkan harga jualan dan menurunkan peratusan keuntungan serta pendapatan kepada pengeluar.

Bagi mengurangkan campur tangan orang tengah dalam rantaian pemasaran rumpai laut, persatuan nelayan telah mula mengambil peranan sebagai pengumpul utama daripada nelayan kecil dan sederhana bagi menjamin harga yang lebih stabil serta pendapatan yang baik kepada nelayan. Usaha ini disokong oleh pihak kerajaan Indonesia yang sentiasa memberi galakan serta terbuka dalam perbincangan bersama ketua-ketua organisasi bagi menjamin kebajikan nelayan dan perkembangan industri ini. Antara organisasi berdaftar yang terlibat dalam rumpai laut termasuklah



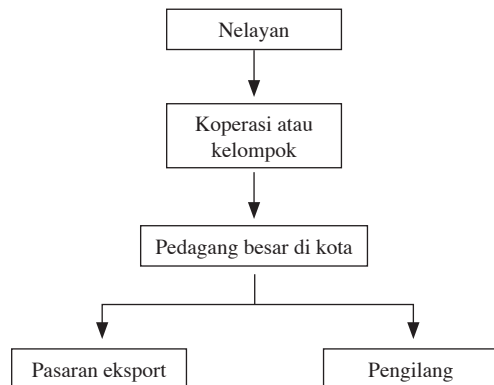
Rajah 2. Sistem rantaian pemasaran tradisional rumpai laut

ASTRULI (Asosiasi Industri Rumpit Laut Indonesia), ASPERLI (Asosiasi Petani dan Pengelola Rumpit Laut Indonesia), KOSPERMINDO (Koperasi Perikanan Masyarakat Pesisir Indonesia) dan ARLI (Asosiasi Rumpit Laut Indonesia). Pertubuhan ini juga mempunyai ahli dari seluruh Indonesia dan telah menubuhkan persatuan kecil kawasan mengikut wilayah tertentu. Sistem rantaian pemasaran yang melibatkan persatuan atau koperasi rumpai laut adalah seperti dalam *Rajah 3*.

Kos pengeluaran

Pengiraan kos pengeluaran rumpai laut merangkumi kos tetap dan kos berubah. Kos tetap ialah perbelanjaan yang digunakan sebagai modal awal untuk penyediaan asas seperti penyediaan lokasi penanaman serta penyediaan tempat jemuran hasil tuaian. Kos tetap atau harta tetap dianggarkan mampu bertahan sehingga 6 tahun sebelum modal baru disuntik bagi menggantikan harta yang semakin susut nilai.

Kos berubah pula adalah kuantiti dan nilai input yang berubah mengikut skala pengeluaran dan terdiri daripada



Rajah 3. Rantaian pemasaran rumpai laut oleh koperasi atau persatuan

perbelanjaan pembelian tali pengikat benih, benih rumpai laut, penyelenggaraan, pengangkutan dan bayaran upah pekerja. *Jadual 4* menunjukkan senarai input dan bahan mentah untuk penanaman rumpai laut bagi pembiayaan lokasi 1,000 rawai yang berkeluasan 5.25 hektar. Bagi pengeluaran rumpai laut berkeluasan ini, kos permulaan yang diperlukan adalah sebanyak RM56,619. Jumlah kos akan berubah bergantung kepada bilangan rawai yang digunakan. Secara

Jadual 4. Kos tetap dan kos berubah bagi perusahaan rumpai laut seluas 5.25 hektar setahun

Perbelanjaan	RM/unit	Unit	Jumlah (RM)
Kos tetap			
Pembiayaan lokasi penanaman	2.26/rawai	1,000 rawai	2,259
Pembiayaan tempat penjemuran	27.18/m ²	2,000 m ² (500 m x 4 m)	54,400
Jumlah kos tetap (A)			56,619
Kos berubah			
Tali pengikat benih			2,834
Benih	327/tm	10 tm	3,270
Petrol dan diesel	100/bln	12	817
Upah pekerja	160/pusingan/orang	5 orang	4,000
Jumlah kos berubah (B)			10,921
Jumlah besar (A + B)			67,540

Jadual 5. Anggaran pendapatan jualan rumpai laut bagi setahun atau 5 pusingan

Perkara	RM/unit	Luas bertanam	
		1 hektar	5.25 hektar
Hasil pengeluaran bagi setahun		10 tm	52.5 tm
Pendapatan jualan tahunan			
Jualan rumpai laut kering	2.18/kg @ 2,180/tm	RM21,800	RM114,450
(-) Kos pengeluaran	0.42/kg @ 420/tm	RM4,200	RM22,050
Keuntungan		RM17,600	RM92,400

purata, kos operasi bagi 1 kg rumpai laut ialah RM0.42.

Pendapatan hasil rumpai laut

Melalui sistem pemasaran secara konvensional, penternak akan menjual rumpai laut terus kepada peraih atau pengumpul berdasarkan kadar lembapan pengeringan rumpai laut. Rumpai laut kering akan dibeli dengan harga Rp8,000 atau RM2.18/kg. Manakala hasil rumpai laut yang masih basah akan dibeli pada harga sekitar Rp3,000 – Rp5,000 atau RM0.80 – RM1.40. Untuk mendapatkan jaminan harga yang baik, rumpai laut yang dihasilkan mestilah berada pada kadar lembapan yang optimum atau kualiti karagenan yang terkandung di dalamnya akan terjejas.

Jadual 5 menunjukkan jumlah dan nilai jualan rumpai laut bagi kawasan pengeluaran seluas 5.25 hektar atau 1,000 rawai. Dianggarkan hasil rumpai laut kering adalah sebanyak 52.5 tan metrik atau secara puratanya menghasilkan 10 tan metrik bagi satu hektar kawasan pengeluaran. Rumpai laut yang telah dikeringkan akan dibeli dengan harga RM2,180 bagi setiap tan metrik yang dihasilkan. Kos pengeluaran yang dianggarkan adalah sebanyak RM420 untuk 1 tan metrik pengeluaran. Secara keseluruhannya, jumlah jualan tahunan penternak ialah RM114,450 dan mendapat pulangan hasil sebanyak RM92,400 bagi pengeluaran kawasan sebesar 5.25 ha atau RM17,600/ha bagi setahun operasi.

Isu dan cabaran

Permintaan terhadap rumpai laut penghasil karagenan adalah sentiasa tinggi sama ada di pasaran tempatan mahupun luar negara. Kepentingan karagenan dalam pelbagai industri pembuatan dan makanan menjadikan pasaran industri rumpai laut semakin berkembang pesat dan semua negara pengeluar yang terlibat sentiasa menjadikannya satu peluang untuk dipenuhi oleh pengeluaran tempatan. Menurut kajian yang dijalankan oleh Iain (2012), permintaan terhadap karagenan dijangkakan meningkat dua kali ganda menjelang tahun 2017 dan menyasarkan peningkatan pengeluaran di negara-negara ASEAN daripada 71% kepada 82% pengeluaran rumpai laut di dunia.

Antara isu dan cabaran yang dihadapi oleh pengusaha rumpai laut di Indonesia adalah seperti yang berikut:

- i. Kebanyakan pengusaha menghadapi masalah bekalan benih yang berkualiti dan bermutu serta sering kali menggunakan benih daripada keratan hasil tanaman sebelumnya. Penggunaan baka yang berulang-ulang dipercayai akan mengurangkan kekuatan gel dan kualiti karagenan yang terkandung di dalamnya. Terdapat sebilangan kecil pengusaha menghadapi masalah kecelaruan spesies akibat daripada mutasi genetik rumpai laut yang mempengaruhi perubahan terhadap warna daripada hijau kuning bertukar kepada warna merah jambu.
 - ii. Berlakunya konflik perebutan kawasan perusahaan rumpai laut dengan aktiviti akuakultur yang lain, sebagai contoh penternakan ikan laut dan agropelancongan. Hal ini menjadikan banyak perusahaan rumpai laut terpaksa dikendalikan di kawasan pesisir pantai yang jauh dari kawasan bandar dan mempunyai masalah dari segi kemudahan logistik. Selain itu, ancaman kerosakan terumbu karang semakin dibimbangi. Kemerostan pertumbuhan terumbu karang mengakibatkan kurangnya
- tahanan arus laut di pesisir pantai dan menyebabkan hampasan ombak kuat yang menghanyutkan tanaman rumpai laut. Tumpahan minyak serta kerosakan flora alam laut juga menyebabkan sumber bekalan makanan mikro dan makro nutrien kepada rumpai laut terjejas.
- iii. Serangan penyakit *ice-ice* atau reput batang terjadi terutamanya pada musim tertentu yang disebabkan oleh perubahan keseluruhan kawasan pengkulturan rumpai laut. Perubahan terhadap kadar kejernihan dan kemasinan air laut, suhu serta keamatan cahaya akan menyebabkan berlakunya kelembapan pada struktur batang dan memudahkan dijangkiti bakteria air yang mengakibatkan tisu batang menjadi putih dan keras. Penyebaran bakteria melalui air menjadikan ancaman penyakit ini sangat cepat merebak. Sekiranya ancaman penyakit ini terjadi, pengusaha terpaksa membuang keseluruhan hasil tanaman yang terkena jangkitan dan berpindah ke lokasi yang baru atau menunggu sehingga penyebaran wabak penyakit ini terhenti sebelum meneruskan ke pusingan tanaman seterusnya. Ancaman penyakit ini menjadikan pengusaha kerugian dan terpaksa menanggung risiko kegagalan.
 - iv. Daripada pemerhatian keseluruhan, 80% pengusaha di Indonesia terdiri daripada pengusaha kecil dan sederhana yang mendiami kawasan pesisir pantai yang terpinggir. Kelompok pengusaha atau nelayan ini boleh dikategorikan sebagai masyarakat yang masih belum membangun serta memerlukan bantuan teknikal dan kewangan. Keterbatasan dalam sistem pengendalian pengkulturan rumpai laut yang betul atau 'SOP penanaman' dan pascatuai seperti kaedah pencucian, pengeringan dan penyimpanan menyebabkan kualiti serta mutu karagenan yang terdapat di dalamnya merosot.
 - v. Rata-rata pengusaha rumpai laut masih menggunakan khidmat orang

tengah yang menjadi peraih dan pengumpul akibat daripada sistem rantaian pemasaran yang masih belum membangun dengan baik. Seperti yang dilaporkan, orang tengah yang membeli hasil selalu membeli dengan harga yang murah. Rumpai laut yang tidak benar-benar kering atau berada pada kadar pengeringan yang diinginkan akan dibeli dengan harga yang murah dan menjejaskan pendapatan penternak secara keseluruhannya.

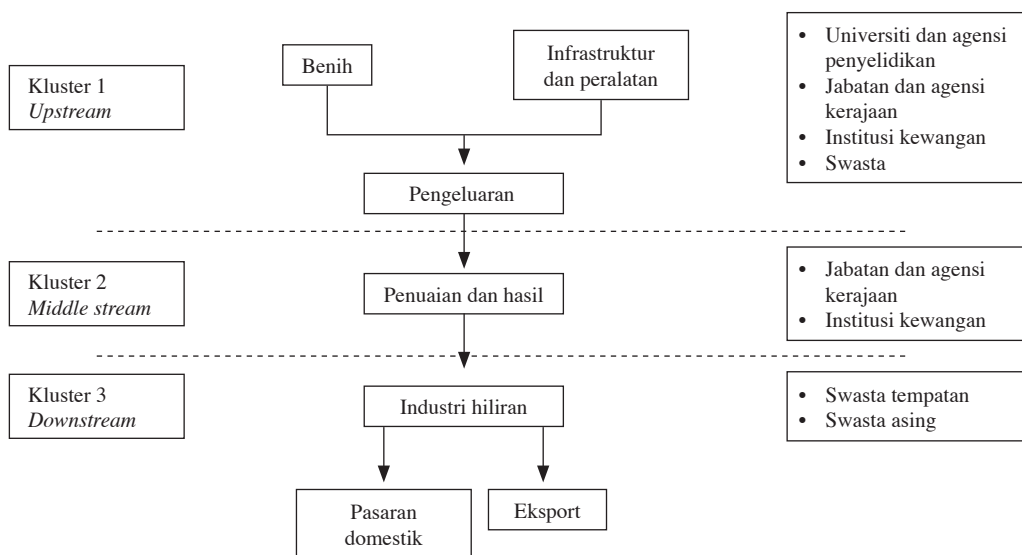
Strategi dan usaha penambahbaikan

Strategi serta usaha penambahbaikan dalam industri ini sentiasa mendapat perhatian dari kerajaan pusat serta agensi kerajaan yang terlibat. Bagi menangani beberapa isu dan masalah yang berlaku, beberapa strategi sedang dan telah dilaksanakan. Antaranya termasuklah:

- i. Mewujudkan satu mekanisme pembangunan keseluruhan industri melalui sistem kluster di sepanjang rantaian pengeluaran (*Rajah 4*) yang melibatkan kerjasama pelbagai pihak dari kerajaan dan swasta.
- ii. Mewujudkan pusat pengeluaran berpusat berfungsi sebagai pusat pengumpulan

dan pengedaran (*collection and distribution centre*). Dengan kaedah ini, pengumpulan secara komersial dapat dilakukan dan memudahkan urusan logistik untuk pembahagian pasaran domestik dan luar negara. Selain itu, melalui pusat pengumpulan komersial ini, kerajaan Indonesia berhasrat untuk membuat satu piawaian (SOP) terhadap pengeluaran kering yang dihasilkan di samping memberikan bantuan untuk pembangunan infrastruktur pasaran dan logistik. Terdapat enam kawasan yang diutamakan sebagai pusat pengumpulan (*Jadual 6*).

- iii. Dalam usaha mengatasi isu kekurangan bekalan benih yang berkualiti, penyelidikan rumpai laut secara tisu kultur telah dilaksanakan di Indonesia. Penyelidikan ini telah diterajui oleh sebuah agensi penyelidikan kerajaan iaitu SEAMEO BIOTROP yang terletak di Bogor. Melalui kajian di lapangan, rumpai laut yang dihasilkan daripada benih tisu kultur adalah lebih baik berbanding dengan benih konvensional sebelum ini. Produktiviti yang diperolehi juga tinggi sekitar 1.5 kg bagi tempoh 4 minggu atau 24 hari manakala bagi



Rajah 4. Pembangunan sistem berasaskan kluster bagi industri rumpai laut

Jadual 6. Kluster kawasan pengumpulan rumpai laut di Indonesia

Kluster	Provinsi	Daerah pengumpulan
Kluster 1	Sulawesi Tenggara (SULTENG)	Parigi Moutong Morowali
Kluster 2	Jawa Timur (JATIM)	Sumanep
Kluster 3	Nusa Tenggara Barat (NTB)	Sumbawa
Kluster 4	Nusa Tenggara Timur (NTT)	Sumba Timur Rote Ndao
Kluster 5	Sulawesi Selatan (SULSEL)	Takalar Jeneponto
Kluster 6	Sulawesi Utara (SULUT)	Minahasa Utara

Sumber: KKP (2013)

benih biasa baru mencapai 700 g dalam tempoh yang sama. Selain itu, benih kultur tisu diyakini mempunyai daya rintang terhadap serangan penyakit yang tinggi serta telah diuji mempunyai kandungan karagenan yang lebih tinggi iaitu 44% berbanding dengan benih biasa 33%. Walaupun teknologi pembenihan secara tisu kultur masih baru, hanya 7% dipraktikkan sehingga kini, namun usaha untuk mengembangkannya sedang dijalankan dan akan diluaskan ke seluruh Indonesia.

- iv. Pengembangan industri rumpai laut di peringkat produk hiliran atau *downstream* juga mendapat perhatian daripada kerajaan Indonesia. Galakan penghasilan produk hiliran daripada pemprosesan tepung karagenan (SRC atau RC) kepada industri makanan seperti pembuatan minuman, mi, sosej, dodol, jeli manisan dan sebagainya semakin mendapat sambutan. Pengeluaran rumpai laut yang tinggi di Indonesia menjadikannya mudah diperolehi dan boleh dibeli dengan harga yang lebih murah. Bilangan penduduk yang ramai menjadikan pasaran tempatan sebagai pasaran yang ideal untuk produk ini di samping dapat memberikan kesedaran tentang khasiat kesihatan rumpai laut kepada penduduk setempat.
- v. Pembangunan penyelidikan (R&D) di pusat penyelidikan (universiti dan institut penyelidikan) juga terus berkembang. Penghasilan produk baru

daripada rumpai laut selain makanan seperti penghasilan produk kosmetik, farmaseutikal, baja organik dan sumber tenaga yang diperbaharui (biofuel) sedang dan telah dijalankan bagi membantu menambah nilai industri ini.

Kesimpulan

Industri rumpai laut di Indonesia menjadi salah satu industri yang penting dan merupakan penyumbang terbesar dalam eksport produk pertanian negara ini selain menjadi pengeluar utama rumpai laut dunia. Permintaan yang tinggi terhadap karagenan dalam bentuk SRC dan RC menjadikan pasaran rumpai laut sentiasa terjamin dan berpotensi tinggi untuk kegunaan tempatan mahupun luar negara. Walaupun Indonesia mampu mengeluarkan hasil yang tinggi kerana luas kawasan potensi yang besar dan sumber tenaga kerja yang murah, namun masih terdapat beberapa isu dan cabaran yang perlu diatasi sebagai contoh bekalan benih yang berkualiti, jaminan harga pasaran serta serangan penyakit kritikal yang menyebabkan kerosakan teruk pada keseluruhan tanaman. Peranan dan sokongan padu dari kerajaan Indonesia, agensi yang berkaitan serta pihak swasta dalam usaha mengatasi masalah ini menjadikan industri rumpai laut yang signifikan untuk dikembangkan.

Justeru, bagi memenuhi permintaan yang semakin meningkat dan bernilai tinggi, industri rumpai laut haruslah diteruskan di samping penambahbaikan

pengeluaran dan hasil produktiviti yang lebih berkesan. Malaysia adalah disaran ke arah itu dan menjadikan Indonesia sebagai model pembelajaran yang berterusan sama ada dari aspek pengeluaran, teknikal mahupun penyediaan.

Rujukan

- Aslan, M. (1998). *Budidaya rumput laut*. Kanisius. Yogyakarta
- Iain, C.N. (2012). Kertas kerja yang dibentangkan dalam The south east asia seaplant network an initiative of IFC-PENSA. 22 – 24 Okt. 2012, South Sulawesi, 31 hlm. Penganjur: Indonesia Seaweed International Business Committee
- Irianto, H. (2006). *Teknologi pasca panen rumput laut*. Diseminasi teknologi dan temu bisnis rumput laut. Pusat Riset Perikanan Budidaya KKP (2013). *Master plan program budidaya laut 2012*. Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia
- Kordi, K.M.G.H. (2010). *Kiat sukses budidaya rumput laut di laut dan tambak*. Yogyakarta: Penerbitan ANDI
- Linawati, H. (2014). *Diversifikasi pengolahan rumput laut untuk meningkatkan nilai tambah, daya saing di pasaran global dan kesejahteraan masyarakat*. Kertas kerja yang dibentangkan dalam Focus group discussion on seaweed, 10 – 11 Jun 2014, Bogor, 2 hlm. Penganjur: Universiti Pertanian Bogor
- Made, W.A. (2014). *Kebijakan & regulasi dan investasi industri pengolahan rumput laut Indonesia*. Kertas kerja yang dibentangkan dalam Focus group discussion on seaweed, 10 – 11 Jun 2014, Bogor, 6 hlm. Penganjur: Universiti Pertanian Bogor
- Nur, B.P.U. (2014). *R&D kultivasi rumput laut di Indonesia*. Kertas kerja yang dibentangkan dalam Focus group discussion on seaweed, 10 – 11 Jun 2014, Bogor, 15 hlm. Penganjur: Universiti Pertanian Bogor
- Rashilah, M., Muhammad, F.A., Nur, F.M.N., Nur, A.S. dan Malek, O. (2013). *Daya maju dan daya saing industri rumput laut Malaysia*. *Economic and Technology Management Review* 8: 1 – 11
- Suhaimi, Y. (2011). *NKEA – Agriculture EPP 3 –Seaweed mini estate (Community based – Commercial approach)*. Kertas kerja dibentangkan dalam Bengkel NKEA Jabatan Perikanan Malaysia, 25 – 27 Jan. 2011, Melaka, 15 hlm. Penganjur: Unit Perancangan Ekonomi

Abstract

Indonesia is the seaweed world's producer and is also a competitor for Malaysia. With a strong demand in domestic and international markets, seaweed industry is prevalent to be developed and identified as a preferred industry. Structured qualitative study was conducted through interview in the cultivation areas in Sulawesi and focus group discussion with expert groups and government officers who are directly involved in research and development of the seaweed industry in Indonesia. Indonesia has an extensive area of 769,452 hectares covering 26 areas for seaweed cultivation and has used 45% from the allocated area. Seaweed cultivation system in Indonesia is not much different from the practices used by seaweed farmers in Malaysia. However, the cost of production is less than Malaysia with RM0.42/kg yield compared to RM0.65/kg for Malaysia. Therefore, to improve the Malaysian seaweed production, government is urged to make Indonesia as a model for continuous learning from aspects of production, technical and research activities to meet the growing demand, as well as continuing high value domestically and globally.