

**PEMETAAN DAN STRATEGI PEMANFAATAN TEKNOLOGI PADA
INDUSTRI OLAHAN RUMPUT LAUT INDONESIA YANG
BERKELANJUTAN**

Sawarni Hasibuan

Universitas Djuanda Bogor

sawarni02@yahoo.com

Abstract. The fisheries industrialization program tries to place the downstreaming of seaweed as one of the strategies to increase the added value of the seaweed commodity. However, the competitiveness of the national seaweed industry is also relatively low compared to foreign industry. One of the problems of the competitiveness of the processed seaweed industry is because the extent of the use of technology in the processed seaweed industry has not been identified. The purpose of this research is to map the use of technology in the processed seaweed industry in downstreaming a competitive and sustainable Indonesian seaweed industry. The mapping of the existing condition of technology utilization refers to five indicators, namely production aspect, cost aspect, HR aspect, energy aspect, and environmental aspect. The development strategy of the seaweed downstream industry is developed by using the SWOT method. The recommended technology standard analysis is based on the benchmark method. Results of the analysis shows that the dominant type of technology used is the 'semi-mechanical technology' which mostly comes from Europe/America followed by Japan, local, and China. In order to increase the competitiveness and sustainability of the Indonesian processed seaweed industry, improvements in the fields of artificial drying, high value added (downstream) technology and technology for food safety is required. Several action plans required among others are: the solar system dryer in the upstream industry, the implementation of quality and food safety management system in the production chain, identification and investment of high value products in the seaweed downstream industry.

Keywords: seaweed, technology assessment, SWOT, upstream and downstream industry

Abstrak. Rumput laut merupakan salah satu komoditas perikanan non migas yang prospektif di Indonesia. Program industrialisasi perikanan berupaya menempatkan hilirisasi rumput laut sebagai salah satu strategi peningkatan nilai tambah komoditas rumput laut. Namun program hilirisasi rumput laut masih belum terarah, daya saing industri rumput laut nasional juga tergolong rendah jika dibandingkan dengan industri luar negeri. Salah satu permasalahan daya saing industri olahan rumput laut adalah karena belum teridentifikasinya sejauhmana pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut. Kondisi eksisting penggunaan teknologi, evaluasi kebijakan dan program pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut perlu dipetakan -baik di sektor hulu, intermediet, maupun hilir- dalam rangka peningkatan daya saing dan keberlanjutan industri rumput laut Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan pemetaan pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut dalam rangka hilirisasi

industri rumput laut Indonesia yang berdaya saing dan berkelanjutan. Data yang digunakan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil survey lapangan melalui wawancara, observasi, kuesioner dan Focus Group Discussion (FGD). Sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi-instansi terkait baik di tingkat Pusat, Provinsi maupun Kabupaten/Kota. Pemetaan kondisi eksisting pemanfaatan teknologi mengacu pada lima indikator, yaitu 1) aspek produksi, 2) aspek biaya, 3) aspek SDM, 4) aspek energi, dan 5) aspek lingkungan. Analisis standar teknologi yang direkomendasikan didasarkan pada metode *benchmark*. Strategi pengembangan industri hilir rumput laut dikembangkan dengan menggunakan metode SWOT. Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis teknologi yang dominan dimanfaatkan adalah ‘teknologi semi mekanik’ yang sebagian besar berasal dari Eropa/Amerika disusul Jepang, lokal, dan China. Dalam rangka pengembangan pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut diperlukan *improvement* pada bidang teknologi *artificial drying, high value added (downstream)* dan teknologi untuk *food safety*. Beberapa rencana aksi yang diperlukan antara lain: *solar system dryer* pada industri hulu, implemmentasi *quality & food safety management system* pada rantai produksi, identifikasi dan investasi *high value product* pada industri hilir rumput laut.

Kata kunci: rumput laut, assessmen teknologi, SWOT, industry hulu dan hilir.

PENDAHULUAN

Peraturan Presiden No. 28 Tahun 2008 tentang Kebijakan Industri Nasional (KIN) menekankan bahwa industri agro merupakan salah satu industri andalan masa depan yang akan menopang sebagian besar devisa Indonesia. Untuk itu telah ditetapkan visi pembangunan industri agro yaitu “Terwujudnya Industri Agro yang Berdaya Saing Global Pada Tahun 2025” dengan strategi besar adalah hilirisasi dan diversifikasi dengan sasaran 12 klaster industri agro. Salah satu klaster yang menjadi prioritas pengembangan adalah industri olahan hasil laut, termasuk industri olahan rumput laut.

Rumput laut yang dikenal dengan nama ganggang atau *algae (seaweed)* merupakan salah satu komoditas strategis dalam program revitalisasi perikanan yang dicanangkan Kementerian Kelautan dan Perikanan. Luas areal budidaya rumput laut Indonesia mencapai 1.110.900 Ha dimana hidup sekitar 782 jenis rumput laut yang terdiri dari 196 *algae* hijau, 134 *algae* coklat, dan 452 *algae* merah (Suparmi&Sahri, 2009; Biro Pusat Statistik, 2014). Produksi rumput laut Indonesia tahun 2013 sebesar 7,5 juta ton basah dari target produksi yang ditetapkan sebesar 10 ton (Peranginangin *et al*, 2013). Produksi tersebut menduduki peringkat pertama total produksi perikanan budi daya Indonesia selain udang, ikan mas, bandeng, nila, dan lainnya.

Pemanfaatan rumput laut awalnya adalah sebagai bahan pangan manusia. Pemanfaatan rumput laut secara ekonomis dimulai pada tahun 1670 di Cina dan Jepang, yaitu sebagai bahan obat-obatan, makanan tambahan, kosmetika, pakan ternak, dan pupuk organik. Pada awal 1980 perkembangan permintaan rumput laut di dunia meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan pertumbuhan industri berbasis rumput laut seperti industri makanan, tekstil,

kertas, cat, kosmetika, dan farmasi. Peningkatan permintaan rumput laut dunia dapat dilihat dari peningkatan volume impor yang dilakukan oleh negara-negara importir. Jepang merupakan negara importir terbesar rumput laut dunia, diikuti oleh China pada posisi kedua, dan Amerika Serikat pada posisi ketiga. Berdasarkan data *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2011) selama periode waktu 1999 hingga 2006, ketiga negara tersebut yaitu Jepang, China dan Amerika Serikat mengimpor 55,66 persen dari seluruh impor dunia.

Beberapa negara produsen rumput laut mulai bersaing memproduksi rumput laut dengan kuantitas besar dan kualitas terbaik. Data tahun 1999 hingga 2007 dari FAO (2011), China memproduksi rata-rata 58,14 persen produksi rumput laut dunia, sekaligus menjadikan China sebagai produsen utama rumput laut dunia. Selanjutnya Philippina dengan rata-rata produksi 10,57 persen dari total produksi dunia. Indonesia berada pada posisi ketiga dengan rata-rata produksi 5,43 persen dibandingkan dengan produksi rumput laut dunia (DKP, 2005; KKP, 2011)

Ekspor utama rumput laut Indonesia saat ini masih terbatas pada produk dasar (*base product*), bukan merupakan *end product* yang langsung dapat digunakan industri pengguna (Retraubun, 2010). Kebijakan hilirisasi rumput laut merupakan upaya pemerintah untuk meningkatkan nilai tambah melalui kegiatan pengolahan, sehingga rumput laut tidak hanya diekspor dalam bentuk rumput laut kering. Sejak tahun 2012 pemerintah telah mengupayakan implementasi program revitalisasi dan penumbuhan industri makanan, hasil laut dan perikanan.

Namun demikian, hingga saat ini program hilirisasi rumput laut masih belum terarah (Wibowo, 2006). Daya saing industri rumput laut nasional tergolong rendah jika dibandingkan dengan industri luar negeri. Salah satu permasalahan daya saing industri olahan rumput laut adalah karena belum teridentifikasinya sejauhmana pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut. Kondisi eksisting pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut perlu dipetakan -baik pada sektor hulu, antara, maupun hilir- dalam rangka peningkatan daya saing dan keberlanjutan industri rumput laut Indonesia (Bixler & Porse, 2011; Valderrama, 2012).

Teknologi modern memainkan peran penting dalam meningkatkan kemampuan perusahaan manufaktur untuk menjadi perusahaan yang produktif dan berdaya saing tinggi. Teknologi yang relevan akan memperkuat kompetensi inti perusahaan dan meningkatkan keunggulan bersaing. Teknologi dapat didefinisikan dalam berbagai cara, tetapi pada dasarnya adalah integrasi orang, pengetahuan, alat-alat dan sistem dengan tujuan untuk meningkatkan kehidupan masyarakat. Hubungan antar unsur tersebut menggambarkan perlunya keterampilan orang untuk mengoperasikan alat-alat dan sistem. Penilaian pemanfaatan teknologi setidaknya mengukur parameter-parameter terkait sistem nilai yang telah ditetapkan. Perkembangan teknologi industri yang terus berubah dan kerjasama ekonomi dunia diantaranya AEC yang akan diberlakukan pada tahun 2016 menjadi pertimbangan dalam menilai sejauhmana kesiapan industri olahan rumput laut nasional mampu bersaing khususnya di ASEAN.

Tujuan kajian ini adalah melakukan pemetaan dan analisis pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut Indonesia. Hasil evaluasi pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut eksisting -baik pada sektor hulu, antara

dan hilir- tersebut akan menentukan arah kebijakan yang dibutuhkan untuk meningkatkan daya saing dan keberlanjutan industri olahan rumput laut nasional.

KAJIAN TEORI

Adopsi Teknologi. Secara teknis Teknologi merupakan peralatan atau perangkat seperti *equipment*, *software*, dan *hardware* yang digunakan untuk memecahkan masalah operasional secara efektif dalam suatu organisasi (Autioe dan Leimanen, 1995). Teknologi pada industri manufaktur mencakup *hard technology* dan *soft technology*. *Hard technology* seperti *Advanced Manufacturing Technology* (AMT) dan *Computer-based technology* telah semakin banyak diadopsi oleh industri manufaktur saat ini.

Dalam menghadapi kompetisi, perusahaan manufaktur dituntut untuk mengambil dua tindakan penting yaitu, pertama, mengadopsi satu atau lebih *hard technology* seperti CAD (Computer Aided Design), CAM (*Computer Aided Manufacturing*), CNC (*Computer Numerical Control*), robotics, FMS (Flexible Manufacturing System), dan CIM (*Computer Integrated Manufacturing*). Untuk mensukseskan adopsi teknologi, manajer perlu menyesuaikan kapabilitas perusahaan dalam desain, manufaktur, dan fungsi-fungsi lain.

Menurut *the Economic and Social Commission for Asia and the Pasific* (ESCAP) of United Nation (1989), teknologi dikelompokkan ke dalam empat komponen (Tichy, 2004). Keempat komponen teknologi tersebut diperlukan secara simultan. Transformasi yang dilakukan tidak bisa tanpa salah satu dari keempat komponen tersebut. Keempat komponen dasar tersebut, yaitu : (1) *Technoware* (T) = *object-embodied technology* = *physical facilitie* = perangkat teknis; mencakup peralatan, perlengkapan, mesin-mesin, kendaraan bermotor, pabrik, dan infrastruktur fisik yang dipergunakan manusia dalam mengoperasikan transformasi. (2) *Humanware* (H) = *person-embodied technology* = *human abilities* = kemampuan sumber daya manusia; meliputi pengetahuan, ketrampilan/ keahlian, kebijaksanaan, kreativitas, prestasi, dan pengalaman seseorang atau sekelompok orang dalam memanfaatkan sumber daya alam dan sumber daya teknologi yang tersedia. (3) *Infoware* (I) = *document-embodied technology* = *document fact* = perangkat informasi; berkaitan dengan proses, prosedur, teknik, metode, teori, spesifikasi, desain, observasi, manual dan fakta lainnya yang diungkapkan melalui publikasi, dokumentasi, dan cetak-biru. (4) *Orgaware* (O) = *institution-embodied technology* = *organizational frameworks* = perangkat organisasi/ kelembagaan; dibutuhkan untuk mewadahi fasilitas fisik, kemampuan manusia, dan fakta, yang terdiri dari praktek-praktek manajemen, keterkaitan, dan pengaturan organisasi untuk mencapai hasil yang positif.

Adopsi (*adoption*) teknologi dapat dimaknai sebagai penerimaan, penerapan, penggunaan dan pemanfaatan teknologi. Penerapan Teknologi merupakan suatu proses atau rangkaian kegiatan untuk mempercepat pemanfaatan teknologi dari pencipta atau pemilik kepada pengguna teknologi. Menerapkan teknologi berarti menjadikan teknologi itu sebagai bagian dari pengoperasian fungsi-fungsi pengguna teknologi, menjadikan teknologi itu diketahui, dapat dijangkau dan difungsikan di lingkungan yang membutuhkan (Tichy, 2004). Tolok ukur keberhasilan penerapan teknologi dapat dievaluasi dari empat faktor

berikut. (1) Faktor teknis, teknologi harus menghasilkan nilai tambah, mempunyai fitur atau kemampuan beragam untuk memenuhi keperluan yang makin beragam, hemat dalam menggunakan sumberdaya termasuk energi, awet, dan faktor teknis lainnya. (2) Faktor ekonomis, teknologi harus menghasilkan produktivitas ekonomi atau keuntungan finansial. Salah satu cara untuk mengevaluasi produktivitas teknologi adalah menghitung rasio output rupiah dibandingkan dengan input rupiah. Teknologi yang tidak menghasilkan keuntungan, disebut *non-performing*, tidak berkinerja. Teknologi yang *non-performing* biasanya tidak *sustainable*, tidak berkelanjutan perkembangannya. (3) Faktor penerimaan masyarakat pengguna (user). Teknologi dapat diterima karena memang diperlukan dan bermanfaat bagi pengguna, disenangi, mudah dipakai, dapat dibeli dengan harga terjangkau, serta tidak bertentangan dengan budaya dan kebiasaan masyarakat pengguna. (4) Faktor lingkungan, teknologi harus serasi dengan lingkungan, faktor ini akan menentukan *sustainability* keberadaan teknologi di tengah masyarakat pengguna.

Beberapa hal yang mempengaruhi cepat atau lambatnya suatu inovasi diadopsi oleh masyarakat atau perusahaan manufaktur adopters yaitu: (1) *Relative advantage* (keunggulan relatif), apakah inovasi yang diintroduksikan memberikan manfaat kepada adopters yang diukur tidak hanya pada aspek teknis dan ekonomis, juga dikaitkan dengan *social prestige*, kenyamanan (*convenience*), dan kepuasan (*satisfaction*); apakah inovasi tersebut lebih baik dibandingkan inovasi sebelumnya (*existing*), paling tidak inovasi itu mempunyai keuntungan relatif 25-30 persen dari sebelumnya atau relatif lebih besar dari nilai sebelumnya. Adopsi inovasi teknologi berlangsung relative lebih cepat jika dirasakan memberikan manfaat kepada *adopters*. (2) *Compatibility* (kesesuaian), apakah inovasi tersebut konsisten dengan nilai-nilai yang ada, pengalaman sebelumnya dan kebutuhan adopter. Inovasi yang tidak sesuai dengan nilai-nilai dan norma-norma adopter akan sulit diadopsi. (3) *Complexity* (kerumitan), berkaitan dengan tingkat kesulitan hasil inovasi untuk dipahami dan digunakan oleh individu atau masyarakat/dunia industri. Inovasi yang kompleks relatif lebih sulit diadopsi, inovasi yang relatif lebih sederhana akan lebih mudah diadopsi. (4) *Trialability* (ketercobaan), sejauh mana inovasi dapat dicoba dan diuji dalam skala kecil, inovasi (teknologi) yang *trialable* akan mengurangi keraguan untuk mempelajari dan kemudian mempertimbangkan untuk mengadopsinya. (5) *Observability* (keteramatan), mudah dilihat atau diamati secara fisik relatif akan memudahkan dalam menstimulasi individu atau masyarakat untuk mengadopsinya.

Pertimbangan utama perusahaan dalam mengadopsi teknologi dalam rangka meningkatkan daya saing perusahaan umumnya didasarkan pada keunggulan biaya, kualitas, fleksibilitas, dan *delivery*. Aplikasi teknologi dalam perusahaan dapat menurunkan biaya (*cost*) dengan cara menurunkan biaya material, biaya tenaga kerja, atau biaya distribusi. Aplikasi teknologi juga dapat bermanfaat dalam meningkatkan kualitas (*quality*) produk dan meningkatkan volume *successive innovation* dengan cara meminimalkan tingkat kerusakan produk dan mengeliminasi sumber daya terbuang (*waste resources*). Aplikasi teknologi juga menawarkan **fleksibilitas** (*flexibility*) yang bermanfaat dalam meningkatkan variasi produk dan pencapaian *extensive customization*,

untuk meningkatkan pangsa pasar dalam lingkungan kompetitif, perusahaan harus lebih fleksibel dalam operasi dan memuaskan segmen pasar, sehingga aplikasi teknologi sangat diperlukan untuk mendukung pencapaian tujuan fleksibilitas perusahaan. **Pengiriman** (*delivery*), teknologi mendukung terciptanya kecepatan pengiriman yang diukur melalui *lead time* (waktu tunggu) yang diperlukan. Aplikasi EDI (*electronic data interchange*) dan mesin fax secara otomatis dapat menurunkan waktu yang diperlukan untuk mengirimkan informasi dari satu lokasi ke lokasi yang lain dan menurunkan waktu tunggu untuk pelayanan maupun operasi.

Technology Assessment. *Technology Assessment* (TA) adalah sebuah proses ilmiah interaktif dan komunikatif, yang bertujuan untuk memberikan kontribusi terhadap pembentukan opini publik dan politik pada aspek sosial dari ilmu pengetahuan dan teknologi (Bechmannn *et al*, 2007). Pada dasarnya *Technology Assessment* adalah studi komprehensif dan sistematis dalam menganalisis dan mengevaluasi dampak positif dan negatif dari introduksi dan penerapan teknologi, mengidentifikasi dampak sosial yang diciptakan oleh aplikasi teknologi, sekaligus meninjau program atau kebijakan dari penerapan teknologi yang dilakukan. *Technology Assessment* juga merupakan studi banding daya saing teknologi wilayah terutama di sektor teknologi tinggi yang dapat memberikan titik referensi penting untuk penelitian dan kebijakan teknologi dan kebijakan industri (Lehoux & Williams-Jones, 2007).

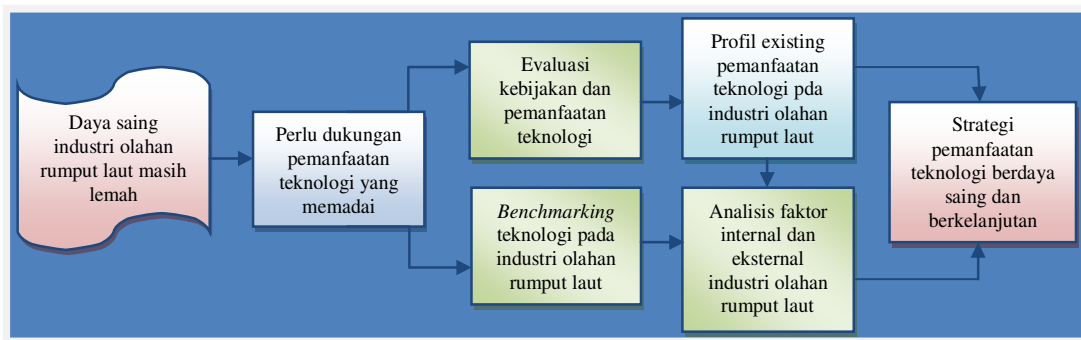
Dalam melakukan *Technology Assessment* terdapat beberapa indikator yang dapat digunakan diantaranya yaitu faktor teknis, faktor ekonomi, faktor sosial, faktor lingkungan, dan faktor kelembagaan (Lehoux & Williams-Jones, 2007). Faktor teknis terkait dengan apakah teknologi yang digunakan dapat meningkatkan produktifitas, kemudahan penggunaannya, dan kemudahan untuk mendapatkannya. Faktor ekonomi terkait dengan keterjangkauan biaya operasionalnya, secara finansial memberikan keuntungan, dan produknya mempunyai nilai tambah penjualan. Faktor sosial berarti kesesuaian dengan budaya masyarakat setempat dan sejauhmana industri di daerah tersebut berminat. Faktor lingkungan terkait dengan dampak kerusakan lingkungan yang ditimbulkan dengan penggunaan teknologi tersebut. Adapun faktor kelembagaan terkait sejauhmana kebijakaan pemerintah mendukung terhadap penggunaan teknologi yang digunakan.

Kegiatan teknologi *assessment* pada dasarnya memberikan penilaian terhadap beberapa faktor yaitu *processing factor*, *equipment factor*, *energy factor*, *premises factor*, dan *enviro factor*. Dengan mempertimbangkan faktor peningkatan daya saing dan keberlanjutan industri olahan rumput laut Indonesia, maka dilakukan penyesuaian terhadap aspek yang akan dikaji yaitu aspek teknologi produksi, aspek energi, aspek lingkungan, aspek SDM, aspek biaya produksi, dan aspek *Riset and Development* (R&D).

METODE

Kondisi eksisting penggunaan teknologi, evaluasi kebijakan dan program pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut perlu dipetakan -baik di

sektor hulu, antara, maupun hilir- dalam rangka peningkatan daya saing industri rumput laut Indonesia. Ilustrasi kerangka pemikiran yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pemikiran pemetaan teknologi pada industri olahan rumput laut Indonesia.

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil survey lapangan, wawancara, dan pengisian kuesioner oleh pelaku industri olahan rumput laut. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait, *internet browsing*, dan *best practices* pada industri olahan rumput laut. Survey lapangan dilakukan secara *purposive* yang mewakili *stream* industry hulu-antara-hilir rumput laut. Pada penelitian ini dipilih Provinsi Sulawesi Selatan, Provinsi Jawa Timur dan Provinsi Jawa Barat.

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi 1) *Technology Assessment*, metode ini digunakan untuk menilai sejauhmana pemanfaatatan teknologi pada industri olahan rumput laut telah berhasil meningkatkan produktivitas industri olahan rumput laut dan sejauhmana modernisasi teknologi yang digunakan; 2) *Benchmarking analysis* digunakan untuk mencoba menganalisis standar pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut berdasarkan *desk study*; 3) Analisis SWOT, digunakan untuk merancang strategi dan *action plan* pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut.

Metode Assessment Teknologi. Penilaian kondisi eksisting pemanfaatan teknologi mengacu pada enam aspek *technology assessment* yaitu 1) aspek SDM, 2) aspek lingkungan, 3) aspek energi, 4) aspek biaya, 5) aspek produksi, dan 6) aspek R&D. Perhitungan Indeks Teknologi dilakukan melalui tahapan berikut ini. (a) Setiap indikator evaluasi teknologi dikelompokkan berdasarkan lima kategori kelas atau jumlah kelas (k) yaitu: 5=Sangat Tinggi, 4=Tinggi, 3=Sedang, 2=Rendah, dan 1= Sangat Rendah. (b) Selanjutnya ditentukan rentang interval tiap kelas. Rumus penentuan range atau interval kelas (i) adalah:

$$i = (\text{Range}/k) = (5 - 1)/5 = 0.8$$

(c) Berdasarkan retang kelas kemudian disusun tabel kategorisasi seperti pada Tabel 1, setiap nilai rata-rata untuk setiap respon terhadap variabel akan dikelompokkan berdasarkan tabel distribusi frekuensi tersebut.

Tabel 1. Klasifikasi indeks teknologi industri olahan rumput laut

No.	Kategori	Interval
1.	Sangat Rendah (SR).	1.00 – 1.80
2.	Rendah (R),	1.81 – 2.60
3.	Sedang (S)	2.61 – 3.40
4.	Tinggi (T)	3.41 – 4.20
5.	Sangat Tinggi (ST)	4.21 - 5.00

(d) Selanjutnya dihitung rata-rata indeks teknologi setiap indikator penilaian dengan rumus berikut.

$$\text{Indeks Teknologi} = \text{Total Skor} / \text{Skor Maksimum}$$

Metode SWOT. Analisis SWOT (*strength, weakness, opportunity, threats*) digunakan untuk memetakan kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman pemanfaatan teknologi pada industri olahan rumput laut. Analisis ini diarahkan pada identifikasi faktor-faktor internal dan eksternal yang memberikan pengaruh dalam pengembangan arah strategi dan kebijakan pemanfaatan teknologi untuk industri olahan rumput laut. Analisis SWOT didasarkan pada informasi dari *stakeholder* melalui forum *Focus Group Discussion* (FGD).

Analisis SWOT didasarkan pada asumsi bahwa suatu strategi yang efektif akan memaksimalkan kekuatan dan peluang serta meminimalkan kelemahan dan ancaman (Rangkuti 2004). Hasil pemetaan analisis SWOT akan dapat berada pada empat kuadran, yaitu Kuadran I, Kuadran II, Kuadran III, atau Kuadran IV. Posisi pada Kuadran I merupakan situasi yang sangat menguntungkan karena industri memiliki peluang dan kekuatan sehingga dapat memanfaatkan peluang yang ada. Strategi yang tepat untuk kuadran I adalah mendukung kebijakan pertumbuhan yang agresif (*growth oriented strategy*). Pada Kuadran II, industri menghadapi peluang pasar yang sangat besar tetapi di lain pihak menghadapi beberapa kendala atau kelemahan internal. Fokus strategi adalah meminimalkan masalah internal sehingga dapat merebut peluang pasar yang lebih baik. Kuadran III merupakan situasi yang sangat tidak menguntungkan dimana industri tersebut menghadapi berbagai ancaman dan kelemahan internal. Pada Kuadran IV, meskipun menghadapi berbagai ancaman, industri masih memiliki kekuatan dari segi internal. Strategi yang harus diterapkan dalam kondisi ini adalah menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang jangka panjang dengan cara diversifikasi (produk atau pasar).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan produk olahan rumput laut diprediksi terus meningkat, seiring kecenderungan masyarakat dunia untuk kembali ke produk-produk hasil alam (*back to nature*). Proyeksi pasar dunia produk olahan rumput laut meningkat sekitar 10 persen setiap tahun untuk karaginan *semirefine* (SRC), agar, dan alginat untuk industrial (*industrial grade*), sementara alginat untuk makanan (*food grade*) sebesar 7,5 persen, dan karaginan *refine* sebesar 5 persen. Nilai tambah rumput laut yang telah diolah dapat mencapai 20-30 kali lipat dari bahan bakunya. Hal ini yang menyebabkan perusahaan-perusahaan besar karagenan dunia lebih tertarik

dan memfokuskan produksinya pada *refined carrageenan* hingga mencapai 80-85 persen dari total kapasitasnya (McHough 2003).

Rumput laut yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah jenis *Gracillaria* untuk bahan baku agar-agar serta *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum* untuk karagenan (Necas & Bartosikova, 2013). Carrageenan: a review. Pemanfaatan terbesar rumput laut di Indonesia saat ini didominasi dalam bentuk rumput laut kering untuk tujuan pasar ekspor. Industri karagenan yang ada masih dalam skala kecil karena hanya mampu memproduksi karagenan di bawah satu ton per hari.

Industri olahan rumput laut dari pohon industri yang dewasa ini telah berkembang di Indonesia dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) *stream* industri, yakni *up stream* (hulu), *mid stream* (antara), dan *down stream* (hilir) sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Kelompok *up stream* industri rumput laut Indonesia didominasi olahan kering rumput laut, sementara produk utama *midstream* rumput laut adalah agar-agar, karagenan, dan alginat. Perkembangan *down stream* industri rumput laut terutama adalah pada industri makanan seperti permen jelly, cendol, selai, dodol, dan produk *confectionary* lainnya.

Tabel 2 . Perkembangan *stream* industri olahan rumput laut di Indonesia

<i>Stream</i>	<i>Kelompok Industri</i>	<i>Produk Komersial</i>
<i>Up Stream (Hulu)</i>	Pabrik olahan kering rumput laut	<ul style="list-style-type: none"> • Rumput laut kering • Rumput laut basah
<i>Mid Stream (Antara)</i>	Pabrik Hidrokoloid	Utama <ul style="list-style-type: none"> • Agar-agar • Karagenan • Alginat
<i>Down Stream (Hilir)</i>	<i>Industri Makanan</i>	Utama <ul style="list-style-type: none"> • Manisan • Jelly • Kosmetik • Pakan

Indeks Pemanfaatan Teknologi Pada Industri Hulu-Antara-Hilir Rumput Laut. Survei pemanfaatan teknologi industri hulu rumput laut dilakukan di Provinsi Sulawesi Selatan, sementara untuk *mid-stream* rumput laut dilakukan di Provinsi Sulawesi Selatan dan Provinsi Jawa Timur.. Hasil penilaian indeks pemanfaatan teknologi pada *up-stream* dan *mid-stream* rumput laut tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks pemanfaatan teknologi di industri hulu dan antara rumput laut

Aspek Penilaian	Indeks Industri Hulu	Indeks Industri Antara
Teknologi Produksi	5,37	7,40
Energi	2,63	2,72
Lingkungan	1,29	1,29
Sumberdaya Manusia	2,37	2,37

Lanjutan Tabel 3

Aspek Penilaian	Indeks Industri Hulu	Indeks Industri Antara
Biaya Produksi	3,50	3,50
Riset	1,05	1,05
Indeks Akhir	16,21	18,33
Status Pemanfaatan	Medium Level	Medium Level

Penggunaan rumput laut yang dominan hingga saat ini adalah pada industri pangan, bahan kimia untuk pertanian, dan industri kosmetik. Produksi pangan, bahan kimia untuk pertanian dan produksi kosmetik yang menggunakan rumput laut meningkat dari tahun ke tahun (Rasyid & Rachmat, 2002; Rasyid, 2004). Produk kosmetik yang paling banyak menyerap rumput laut saat ini adalah pasta gigi. Produk pangan yang dihasilkan dari penggunaan bahan baku dan bahan penolong rumput laut yang beredar di pasaran antara lain susu skim, susu coklat, susu bubuk, es krim, keju lembut, sirop, gel ikan, yogurt, jelly, selai, pudding, dan dodol rumput laut. Produk olahan hasil riset yang belum diproduksi secara komersial antara lain pelunak nasi, minuman fungsional, roti dan permen, mie rumput laut, *nata de seaweed*, dan lain sebagainya.

Hingga saat ini di Indonesia industri hilir rumput laut hanya berkembang pada industri makanan berupa produk pangan konsumsi. Teknologi yang dikembangkan oleh industri hilir rumput laut dalam bidang pangan tergolong masih sederhana umumnya masih dalam skala *home industry*. Perusahaan-perusahaan pengolahan rumput laut skala besar lebih tertarik untuk mengolah rumput laut menjadi produk hulu dan produk antara.

Pada kajian ini fokus pemetaan teknologi adalah untuk industri menengah-besar, survey tidak dilakukan pada industri hilir rumput laut produk pangan yang berskala *home-industry*. Karenanya tidak dilakukan secara rinci kondisi pemetaan teknologi industri hilir rumput laut.

Analisis Kesenjangan Pemanfaatan Teknologi pada Industri Olahan Rumput Laut. Kesenjangan pemanfaatan teknologi pada industri rumput laut saat ini, dibandingkan dengan kondisi ideal yang telah berkembang (*benchmark*) berdasarkan hasil survai lapangan. Analisa kesenjangan (*gap analysis*) dilakukan terhadap keenam tolok ukur standar yakni teknologi produksi, energi, lingkungan, sumberdaya manusia, pembiayaan, dan riset. Ilustrasi hasil *gap analysis* pemanfaatan teknologi berdasarkan aspek proses produksi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. *Gap analysis* penerapan teknologi di industri rumput laut, aspek teknologi proses produksi

Indikator Penilaian	Standar Ideal	Industri Hulu	Industri Antara
Pemanenan rumput laut	- umur panen dan cara panen yang tepat (min 42 hari) - memperhatikan cuaca pada saat pemanenan	Dipenuhi dengan kondisi	Dipenuhi dengan kondisi
<i>Grading</i>	Rumput laut bersih terbebas dari kotoran seperti pasir,	Dipenuhi dengan	Dapat dipenuhi

Lanjutan Tabel 4

Indikator Penilaian	Standar Ideal	Industri Hulu	Industri Antara
Pengeringan	lumut, dan cemaran lainnya. Rumput laut kering dengan butir-butir garam/berwarna putih di bagian permukaan	kondisi Dipenuhi dengan kondisi	Dapat dipenuhi
Pengepakan	Kemasan higienis dan terbebas dari kontaminasi	Terpenuhi	Terpenuhi
Ekstraksi karagenan/alginat	Peningkatan kekuatan gel pada produk karagenan dan alginat	Terpenuhi	Terpenuhi
Penepungan dan pengayakan	Karagenan/alginat <i>flour/alginat flour 80-100 mesh dan memenuhi persyaratan sertifikat produk</i>	Memenuhi	Memenuhi standar mutu
Ekstraksi agar	Residu dan larutan terpisah dalam kondisi panas dengan penyaring bertekanan, filtrat didinginkan sampai membeku.	-	Rendemen Tinggi
Pengepresan	Gel ekstrak agar padat kering dan bersih serta terbebas dari kontaminan	-	Memenuhi standar
<i>Machines and Equipment</i>	Peralatan kontak produk berbahan <i>stainless steel</i>	-	Baru dapat memenuhi sebagian persyaratan
	<i>Preventive Maintenance System</i>	-	Sudah menerapkan
Sistem Manajemen	Menerapkan salah satu sistem manajemen (GMP, HACCP, ISO 9001, Halal)	Sudah menerapkan GMP	Sudah menerapkan ISO 9001, SNI, GMP, Halal

Hasil *technology assessment* terhadap aspek teknologi produksi menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi pada industri hulu rumput laut masih dapat ditingkatkan, demikian juga pada industri antara dan industri hilir rumput laut. Pada industri hulu rumput laut, pemanfaatan teknologi masih terbuka untuk eksplorasi varietas rumput laut baru, penentuan umur panen yang tepat serta penanganan pasca panen yang mampu memicu baik produktifitas dan kualitas produk olahan rumput laut.

Teknologi pengelolaan energi di industri hulu dan antara rumput laut tidak banyak dilakukan. Energi yang digunakan masih bertumpu pada energi matahari, listrik, dan bahan bakar tidak terbarukan solar. Demikian juga halnya dengan fasilitas transportasi yang digunakan perusahaan umumnya masih menggunakan

bahan bakar fossil. Hasil analisis pemanfaatan teknologi pada pengelolaan energi industri rumput laut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. *Gap analysis* penerapan teknologi di industri rumput laut, aspek *teknologi pengelolaan energi*

Indikator Penilaian	Standar Ideal	Industri Hulu	Industri Antara
<i>Power Plant</i>	Berbahan bakar biomassa atau biogass	Belum	Dipenuhi dengan kondisi terbatas
	<i>Steam Turbine Generator</i>	Belum	Belum
<i>Heating System</i>	Penggunaan bahan bakar biomassa atau biogas	Belum	Belum
	Boiler terintegrasi dengan <i>Steam Turbin Generator</i>	Belum	Belum
<i>Transportation</i>	Penggunaan sebagian Biodiesel	Belum	Belum
<i>Energy Management System</i>	Penerapan ISO 50001	-	Belum

Tabel 6 . *Gap analysis* penerapan teknologi di industri rumput laut, aspek *teknologi pengelolaan lingkungan*

Indikator Penilaian	Standar Ideal	Industri Hulu	Industri Medium
<i>Release to water</i>	Memenuhi persyaratan BML pemerintah daerah/ pusat, Peringkat proper minimal Biru	Tidak Terpenuhi	Tidak Terpenuhi
	<i>Recycle, Recovery, Reuse</i>	Belum ada	Cukup
<i>Emission to air</i>	Memenuhi persyaratan BML pemerintah daerah/ pusat, mendukung program langit biru	Dapat Dipenuhi	Dapat Dipenuhi
<i>Land Contamination</i>	Mengurangi kontaminasi tanah	Dilakukan	Dilakukan
	<i>Leacheate Management</i>	-	-
<i>Resources Management</i>	<i>Water Conservation (Recycle and Reuse)</i>	Belum ada	Belum optimal
	Rendemen/Yield Control	Rendah	Baik
<i>Waste Management</i>	<i>Waste Water Tretament</i>	-	Belum optimal

Lanjutan Tabel 6

Indikator Penilaian	Standar Ideal	Industri Hulu	Industri Medium
	Unit beroperasi optimal <i>Solid Wastes Treatment</i>	Kurang	Baik
	Unit beroperasi optimal Air Pollution Control	Belum Optimal	Belum Optimal
	Hazardous Materials Handling	-	Belum dipenuhi
<i>Public Opinion</i>	Program pencitraan terhadap masyarakat berhasil	Kemitraan berlangsung	Dapat dipenuhi
<i>Environmental Management Sistem</i>	Penerapan ISO 14001	-	Belum optimal

Hasil analisis pemanfaatan teknologi pada pengelolaan lingkungan industri rumput laut disajikan pada Tabel 6. Tekanan dunia internasional terhadap aspek lingkungan pada produk rumput laut Indonesia tergolong tidak signifikan. Namun demikian seluruh industri yang beroperasi, tak terkecuali industri olahan rumput laut, seyogyanya beroperasi dengan menerapkan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan. Pengelolaan limbah cair, limbah padat, emisi udara, manajemen sumber daya, kontaminasi tanah, serta *community development* perlu diintegrasikan dengan sistem manajemen perusahaan. Dari perusahaan yang disurvei belum ada yang memiliki kinerja lingkungan yang baik, peringkat Proper masih belum masuk kategori Biru.

Pemanfaatan teknologi pada pengelolaan SDM dan keterlibatan SDM pada pemetaan teknologi menjadi aspek penting untuk dievaluasi. Keberadaan teknologi tidak dapat dilepaskan daripada peranan tenaga kerja. Pemanfaatan teknologi tampaknya belum berjalan baik pada tenaga kerja di industri hulu rumput laut, sementara di industri antara rumput laut membutuhkan tenaga kerja terlatih dan tidak terlatih secara seimbang. Hasil analisis pemanfaatan teknologi pada pengelolaan SDM industri rumput laut disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. *Gap analysis* penerapan teknologi di industri rumput laut, aspek teknologi pada pengelolaan SDM

Indikator Penilaian	Standar Ideal	Industri Hulu	Industri Medium
Penguasaan Teknologi	Program pelatihan kompetensi berlangsung baik	Rendah	Cukup
Keselamatan dan Kesehatan Kerja	Tingkat kecelakaan kerja	Zero accident	Zero accident
Kesejahteraan Karyawan	Penerapan SMK3	Belum	Belum
	Penggunaan teknologi pada pengendalian disiplin	Belum	Tinggi
	Kemudahan akses	Kurang	Baik

Lanjutan Tabel 7

Indikator Penilaian	Standar Ideal	Industri Hulu	Industri Medium
Management System	informasi Sistem pengendalian remunerasi berjalan baik	Belum dipenuhi	Cukup
	Sistem penilaian kinerja fair dan <i>Carrer Path Planning</i> yang baik.	Belum dipenuhi	Belum dipenuhi

Pemanfaatan teknologi pada pengelolaan riset dilaksanakan untuk mempelajari peningkatan nilai tambah dan daya saing dari rantai nilai industri rumput laut. Industri rumput laut di Indonesia umumnya sudah memiliki lembaga riset internal dan telah melakukan kegiatan penelitian secara sistematis dengan komitmen pendanaan dari perusahaan terutama dalam pemenuhan persyaratan produk. Perusahaan juga membuka kesempatan kerjasama riset dengan lembaga penelitian di perguruan tinggi terutama dalam pemanfaatan dan pengelolaan limbah cair dan limbah padat industri rumput laut untuk *land application* maupun sumber energi terbarukan. Penelitian-penelitian pengembangan produk hilir industri rumput laut juga sesungguhnya cukup banyak dilakukan namun implementasinya lebih banyak diarahkan pada program pemberdayaan masyarakat dalam skala UKM.

Strategi Pengembangan Teknologi pada Industri Olahan Rumput Laut. Beberapa kekuatan yang dapat digunakan untuk pengembangan teknologi pada industri rumput laut di Indonesia diantaranya badalah: (1) Kesenambungan bahan baku, mengingat industri rumput laut menggunakan *renewable materials*. (2) Teknologi produksi yang dimiliki saat ini, terlepas apakah diperoleh melalui produksi dalam negeri ataupun impor. (3) Teknologi industri pendukung, dapat dikatakan kekuatan karena setidaknya sudah ada yang dipenuhi dari produksi dalam negeri (*local content*). (4) Penyediaan energi, setidaknya pada beberapa perusahaan telah dapat memanfaatkan energi biomassa (5) Dukungan pemerintah dan lembaga terkait tetap menjadi kekuatan mengingat industri rumput laut merupakan salah satu basis pertumbuhan ekonomi Indonesia hingga saat ini (6) Pengembangan komersial komoditas industri rumput laut hingga saat ini menjadi kekuatan tersendiri bagi pertumbuhannya di Indonesia.

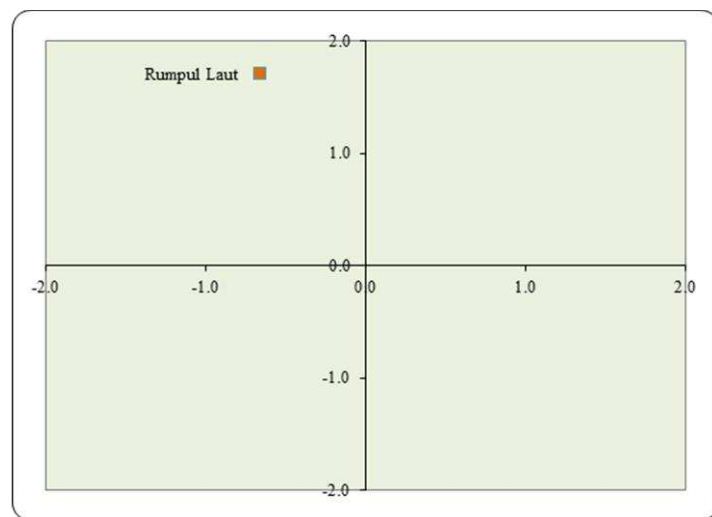
Faktor kelemahan yang merupakan kendala pengembangan teknologi industri agro di Indonesia yang dijadikan penilaian adalah: (1) Teknologi produksi, terutama ketergantungan terhadap teknologi impor (2) Infrastruktur untuk industri pertanian masih sangat lemah, terutama industri hulu (3) Industri mesin dan peralatan sebagian besar sangat bergantung pada impor, terutama suku cadang (4) Industri transportasi, selain permasalahan terletak kepada lambannya industri ini tumbuh juga ditemukan persoalan pada manajemen transportasi (5) Institusi penelitian dan pengembangan dirasa masih sangat lemah perannya dalam pengembangan teknologi industri agro di Indonesia (6) Dukungan lembaga keuangan, khususnya di sektor hulu (7) Penggudangan, beberapa komoditas industri hulu masih mengalami permasalahan pada sistem penggudangan.

Faktor eksternal adalah faktor yang dapat menggambarkan lingkungan di luar upaya pengembangan teknologi industri olahan rumput laut yang mencakup Peluang (*Opportunities*) dan Ancaman (*Threat*). Berikut identifikasi peluang dalam kaitannya dengan upaya pengembangan teknologi industri rumput laut di Indonesia adalah: (1) Kebijakan insentif pengembangan teknologi, termasuk berbagai skema bantuan impor mesin dan peralatan serta pembebasan bea impornya (2) Sinergi pemerintah pusat dan daerah dalam mendukung pengembangan teknologi industri rumput laut (3) Rencana aksi pemerintah dalam pengembangan teknologi untuk menjadi pegangan bagi industri rumput laut (4) Potensi pasar dalam mendukung upaya pengembangan teknologi bagi industri agro.

Adapun ancaman yang dapat timbul dalam pengembangan teknologi industri rumput laut di Indonesia adalah: (1) Peningkatan persaingan produk dari luar negeri; (2) Perubahan kebijakan pajak, terutama terkait dengan pengembangan produk dan peralatan import

Dari hasil evaluasi faktor internal dan eksternal kemudian disusun matriks yang menggambarkan posisi pengembangan teknologi industri dari berbagai kelompok industri olahan rumput laut sebagaimana Gambar 2.

Matriks SWOT menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi industri olahan rumput laut berada pada kuadran II. Selanjutnya disusun strategi pengembang teknologi industri olahan rumput laut di Indonesia dengan menggunakan hasil analisis SWOT seperti disajikan pada Tabel 8. Berdasarkan strategi tersebut selanjutnya disusun strategi umum pengembangan teknologi industri olahan rumput laut sebagaimana Tabel 9.



Gambar 2. Matriks SWOT pemanfaatan teknologi industry olahan rumput laut

Tabel 8. Hasil analisis SWOT pengembangan teknologi industri olahan rumput laut

Strategi SO 1. Peningkatan skala usaha 2. Pengembangan industri pengolahan lanjutan	Strategi WO 1. Peningkatan teknologi proses 2. Peningkatan industri dan fasilitas pendukung 3. Pemberdayaan riset 4. Peningkatan pembiayaan
Strategi ST 1. Peningkatan mutu bahan baku dan produk hasil olahan lanjutan 2. Perbaiki iklim usaha 3. Kerjasama dengan pemasok teknologi dalam negeri	Strategi WT 1. Meningkatkan teknologi proses 2. Pengembangan produk hilir 3. Peningkatan industri dan fasilitas pendukung 4. Peningkatan pembiayaan 5. Pemberdayaan riset

Pengembangan industri olahan rumput laut diperkirakan akan memberikan beberapa keuntungan yakni: 1) peningkatan produksi hasil laut; 2) meningkatkan nilai tambah bagi perekonomian petani rumput laut; 3) menekan penggunaan devisa untuk impor produk hilir rumput laut; 4) dan meningkatkan diversifikasi produk hilir.

Tabel 9. Strategi Umum Pengembangan Teknologi Industri Rumput Laut

No	Strategi	Sasaran	Aktor Kunci
1	Penguatan industri dan peningkatan kinerja industri	1. Peningkatan Produktifitas 2. Peningkatan Efisiensi 3. Peningkatan Mutu 4. Peningkatan Utilisasi	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah • Industri
2	Diversifikasi produk turunan/ produk komersial baru	1. Pengembangan produk 2. Penjaringan investor melalui promosi dan tawaran kerjasama	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah • Asosiasi • Industri
3	Peningkatran sumberdaya manusia	1. Peningkatan kualitas SDM melalui pendidikan dan pelatihan 2. Peningkatan penguasaan teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah • Lembaga Pendidikan
4	Kebijakan pemerintah	1. Peningkatan koordinasi perijinan pendirian industri antara pusat dan daerah 2. Penyusunan kebijakan insentif teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah
5	Penguatan peran penelitian dan pengembangan	1. Riset teknologi mutakhir 2. Adopsi dan modifikasi teknologi mutakhir	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah • Industri • Lembaga

Lanjutan Tabel 9

No	Strategi	Sasaran	Aktor Kunci Pendidikan
6	Jaminan pasokan bahan baku	Kerjasama dengan institusi terkait pengelolaan bahan baku	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah • Industri
7	Pembiayaan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dukungan pembiayaan pengadaan teknologi 2. Dukungan pembiayaan riset 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah • Industri • Lembaga keuangan

PENUTUP

Kesimpulan. (1) Teknologi yang dipergunakan pada industri olahan rumput laut di Indonesia secara umum masih pada level medium. Sejumlah kelemahan masih ditemukan pada industri hulu. Penggunaan teknologi untuk industri olahan rumput laut dinilai belum mampu mendekati standar perkembangan teknologi yang diharapkan. (2) Kinerja pemanfaatan teknologi di industri olahan rumput laut belum optimal, hal tersebut dikarenakan kebijakan pengembangan teknologi belum menjadi prioritas utama perusahaan olahan rumput laut. (3) Hasil analisis secara keseluruhan menunjukkan bahwa jenis teknologi yang dimanfaatkan masih dominan dengan ‘teknologi semi mekanik’, sebagian besar teknologi diimpor dari Eropa/Amerika disusul Jepang, dalam negeri, serta China. (4) Penumbuhan industri olahan rumput laut dalam negeri perlu mendapatkan perhatian serius dari para *stakeholder* dalam rangka meningkatkan nilai tambah produk olahan rumput laut. Berdasarkan analisis SWOT, kondisi pemetaan teknologi industri agro rumput laut berada pada kuadran II yang berarti kondisi internal tergolong lemah namun terdapat peluang pengembangan baik untuk produk-produk hulu, antara, dan hilir. Pengembangan produk turunan tersebut mendukung potensi pemasaran sebagai industri agro unggulan. Strategi dan rencana aksi pengembangan teknologi untuk penumbuhan industri antara dan hilir rumput laut dalam negeri diarahkan tidak hanya untuk pasar ekspor namun juga penumbuhan industri hilir dalam negeri.

Dalam rangka pengembangan pemanfaatan teknologi di industri olahan rumput, hal-hal yang perlu diperbaiki adalah di bidang teknologi *artificial drying technology*, *high value added (down stream)* dan *technology for foodsafety*. Beberapa rencana aksi yang perlu dilaksanakan antara lain: *solar system dryer for raw materials*, *quality & food safety management system implementation*, *high value down stream product*, *investment instrument for down stream industry*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bechmann, G., Decker, M., Fiedeler, U. dan Krings, B.J. (2007). Technology assessment in a complex world. *International Journal of Foresight and Innovation Policy* 3(1): 6-27.

- Bixler, H.J. dan Porse, H. (2011). A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry. *J. Appl Phycol* 23: 321-335.
- Biro Pusat Statistik. (2014). Kelautan dan Perikanan Dalam Angka Tahun 2014. Jakarta: Biro Pusat Statistik.
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2005. Revitalisasi perikanan. Jakarta: Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- FAO. (2011). Global Aquaculture Production Statistics for the year 2011. www.fao.org/fishery/aquaculture/en Diakses 20 Juli 2013.
- Kementrian Kelautan dan Perikanan. (2011). Statistik Kelautan dan Perikanan. Jakarta: Kementrian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
- Lehoux, P., Williams-Jones, B. (2007). Mapping the integration of social and ethical issues in health technology assessment. *International Journal of Technology Assessment in Health Care* 23: 9-16.
- McHugh, D.J. (2003). A Guide to the seaweed industry. FAO Fisheries Technical Paper No. 441. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 105pp.
- Necas, J. dan Bartosikova, L. (2013). Carrageenan: a review. *Veterinarni Medicina* 58 (4): 187–205.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 28 Tahun 2008 Tentang Kebijakan Industri Nasional. www.kemenperin.go.id/.../Perpres-No.-28-Tahun-2008. Diakses 20 Desember 2012.
- Peranginangin, R., Sinurat, E., dan Darmawan, M. (2013). *Memproduksi Karaginan dari Rumput Laut*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rangkuti, F. 2004. *Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis*. Jakarta: Penerbit PT Gramedia.
- Rasyid, A. 2004. Beberapa catatan tentang agar. *Oseana* 29(2): 1 – 7.
- Rasyid, A. dan Rachmat, R. (2002), Modifikasi Metode Ekstraksi Natrium Alginat Untuk Meningkatkan Nilai Viskositas. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.
- Retraubun, A. 2010. Fokus pada industri pengolahan rumput laut, <http://www.Jasuda.net/berita>.
- Suparmi dan Sahri, A. (2009). Mengenal potensi rumput laut: kajian pemanfaatan sumberdaya rumput laut dari aspek industri dan kesehatan. *Majalah Ilmiah Sultan Agung XLIV* (118): 95-115.
- Tichy, G. (2004). *Technology Assessment: Decision Support in a Complex World*.
- Wibowo, S. 2006. Industri Rumput Laut Indonesia. Di dalam 60 Tahun Perikanan Indonesia (Eds. Cholik *et al.*). Masyarakat Perikanan Nusantara. hal 254-295.
- Valderrama, D *et al.* (2012). Social and Economic Dimension of Seaweed Farming: A Global Review. IIFET 2012 Tanzania Proceedings: 1-11.