

STRATEGI PENGEMBANGAN AGROINDUSTRI KARAGINAN MENGUNAKAN PERSPEKTIF KEUNGGULAN BERSAING BERKELANJUTAN

Yuli Wibowo

Fakultas Teknologi Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember
Korespondensi : Jl. Kalimantan 1 Tegal Boto Jember

ABSTRACT

This paper describes application of fuzzy logic for predicting the competitiveness of agroindustry of carrageenan and to develop strategy for enhancing it. Fuzzy expert system is used to predict the competitiveness using sustainable competitive advantage perspective with four inputs, such as production amount, a place to compete, competitor, and customer service. Knowledge base management system is constructed using rule based production type, whereas inference mechanism is developed using Mamdani's inference system. Matlab's Fuzzy Toolbox Ver 6.5 is used to design system implementation. Scenarios is constructed to improve the strategy based on outputs of competitiveness using fuzzy analytical hierarchy process.

Key words: fuzzy logic, agroindustry of carrageenan, sustainable competitive advantage

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu produsen terbesar dunia rumput laut *Eucheuma sp.* Potensi produksi budidaya *Eucheuma sp.* berkisar antara 285.000 – 322.500 ton kering/tahun dan potensi produksi budidaya *Eucheuma sp.* setiap hektar per tahun di perairan Indonesia antara 30,0 – 37,5 ton. Potensi produksi tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan potensi produksi perairan lain di dunia yang hanya berkisar antara 15,0 – 30,0 ton per hektar setiap tahun (Anggadiredja dan Purwoto 1999). Rumput laut dari jenis *Eucheuma sp.* merupakan bahan dasar pada industri karaginan.

Meskipun potensi pasar untuk penambahan volume ekspor rumput laut jenis *Eucheuma sp.* mempunyai prospek yang sangat cerah, namun diperkirakan ekspor dalam bentuk bahan olahan, baik *semi refined carrageenan* (SRC) maupun *refined carrageenan* (RC) akan lebih menguntungkan ditinjau dari segi nilai tambah (*added value*) dibandingkan dengan bila hanya diekspor sebagai rumput laut kering. Harga rata-rata rumput laut kering diperkirakan US\$ 0,85 per kg, dan jika diolah menjadi SRC akan dapat ditingkatkan nilainya menjadi US\$ 3,5 – 4,0 per kg, RC US\$ 10 – 20 per kg, dan food grade carrageenan US\$ 5,0 – 10,0 per kg (Basmal 2000).

Pengembangan agroindustri karaginan di

Indonesia sesungguhnya mempunyai prospek yang sangat cerah, karena tersedianya bahan baku yang besar, sumberdaya manusia, teknologi, dan peluang pasar yang sangat potensial baik domestik maupun ekspor. Pengembangan agroindustri karaginan dapat mengurangi ketergantungan impor dan sekaligus menjaga kestabilan harga rumput laut (Rahman 1999).

Dalam rangka mengembangkan agroindustri karaginan, pada penelitian ini digunakan pendekatan keunggulan bersaing yang berkelanjutan (*sustainable competitive advantage* = SCA). Porter (1994) mendefinisikan SCA sebagai suatu strategi untuk memenangkan pasar yang disiapkan untuk jangka waktu yang relatif lama.

Logika *fuzzy* (*fuzzy logic*) merupakan salah satu teknik dalam *soft computing* yang dapat diaplikasikan dalam pemecahan masalah bisnis. Aplikasi logika *fuzzy* untuk pengembangan agroindustri karaginan digunakan untuk mendiagnosis daya saing agroindustri karaginan dan merumuskan strategi pengembangan agroindustri karaginan berdasarkan perspektif keunggulan bersaing berkelanjutan.

Tujuan

Secara umum penelitian ini bertujuan mengaplikasikan logika *fuzzy* untuk pengembangan daya saing agroindustri karaginan di Indonesia. Secara khusus penelitian

ini bertujuan untuk mengintegrasikan perspektif SCA ke dalam perumusan strategi bersaing agroindustri karaginan.

Manfaat

1. Menjadi masukan bagi pelaku usaha pada rantai nilai kegiatan agroindustri pengolahan karaginan (petani, industri/swasta, instansi pemerintah terkait, *stakeholder* lain) untuk menyempurnakan strategi menghadapi persaingan global dalam meningkatkan daya saing karaginan.
2. Membantu para pengambil keputusan untuk merumuskan strategi peningkatan daya saing produk karaginan dalam rangka mengembangkan potensi pasar baik domestik maupun ekspor.
3. Menjadi replikasi bagi pengembangan produk-produk agroindustri lainnya dalam rangka meningkatkan daya saingnya.

Ruang Lingkup

1. Mengidentifikasi daya saing agroindustri karaginan berdasarkan perspektif keunggulan bersaing berkelanjutan (SCA) menggunakan teknik sistem pakar *fuzzy (fuzzy expert system)*.
2. Merumuskan strategi bersaing agroindustri karaginan berdasarkan tingkat daya saing menggunakan teknik *fuzzy analytical hierarchy process (fuzzy AHP)*.

PENGEMBANGAN KARAGENAN

Karaginan

Karaginan adalah senyawa kompleks polisakarida yang dihasilkan dari rumput laut *Eucheuma sp.* Basmal (2000) menjelaskan fungsi karaginan dalam industri adalah sebagai pengental, pengemulsi, pensuspensi, dan *stabilisator agent*. Karaginan telah dipakai secara luas di dalam industri pangan, farmasi, kosmetika dan industri non pangan. Pada industri pangan karaginan telah dimanfaatkan untuk perbaikan produk kopi, beer, sosis, salad, *ice cream*, susu kental manis, coklat, *jelly*, dsb. Pada industri farmasi digunakan dalam pembuatan obat berupa sirup, tablet, dsb. Pada industri kosmetika digunakan sebagai *gelling agent* atau *binding agent* dengan tujuan untuk mempertahankan suspensi padatan yang stabil seperti pada pembuatan *shampoo*, pelembab, dsb. Industri non pangan pada industri tekstil,

kertas, cat air, transportasi minyak mentah, penyegar udara dan telah ditambahkan pula pada makanan hewan peliharaan (*pet food*).

Produksi karaginan dunia pada tahun 1998 tercatat sebesar 48.850 ton. Dari jumlah produksi dunia tersebut, Filipina tercatat sebagai negara terbesar penghasil karaginan dengan jumlah produksi sebesar 21.200 ton atau sekitar 43.19% pasar dunia karaginan, baik berupa RC, SRC, maupun *pet food*. Jumlah produksi karaginan Indonesia pada tahun yang sama mencapai 7.620 ton (IMR International di dalam Kustiariyah 2002).

Dalam 5 tahun ke depan (2006–2010), dapat diperoleh asumsi bahwa pada kurun waktu tersebut, prediksi pasar dunia untuk produk karaginan SRC meningkat 10% dan karaginan refine sebesar 5%. Prediksi pasar dunia produk karaginan SRC pada tahun 2010 sebesar 48.830 ton, sedangkan karaginan *refine* (RC) sebesar 31.800 ton (Anggadiredja *et al.* 2006).

Keunggulan Bersaing Berkelanjutan

Keunggulan bersaing berkelanjutan (SCA) adalah suatu strategi bersaing untuk memenangkan pasar yang disiapkan untuk jangka waktu yang relatif lama (Porter 1994). Untuk dapat memiliki daya tahan yang relatif lama maka dalam SCA terkandung pemahaman terhadap SCA pesaing serta bagaimana menetralsisikannya (Aaker 1998).

Ada tiga faktor yang menjadi syarat terciptanya SCA. *Pertama*, basis persaingan (*basis of competition*), yakni sejumlah aset, keterampilan, dan kemampuan yang dimiliki perusahaan. Tanpa dukungan aset dan keterampilan, SCA tidak akan bertahan lama. *Kedua*, arena bersaing (*where you compete*) atau pemilihan pasar untuk suatu produk adalah juga penentu yang penting bagi terciptanya SCA. Strategi bagus yang didukung oleh aset dan keterampilan dapat gagal karena ia tidak beroperasi di pasar yang tepat. Karena itu, suatu strategi beserta aset dan keterampilan pendukungnya harus melibatkan sesuatu yang dinilai oleh pasar (*market valuable*). *Ketiga*, pesaing (*whom you compete against*) juga adalah faktor penting bagi SCA. Kadang-kadang aset dan keterampilan hanya akan membentuk SCA jika diberi sejumlah pesaing yang tepat. Dengan demikian, dapat dinilai apakah

pesaing atau kelompok strategis tertentu lemah, memadai, atau kuat dengan melihat aset dan keterampilan yang dimiliki.

Selain ketiga faktor utama pembentuk SCA di atas, terdapat faktor lain yang penting dalam membentuk SCA, yakni cara bersaing (*how to compete*). Aaker (1998) mengidentifikasi sejumlah kekuatan strategis yang melandasi SCA, yakni diferensiasi (*differentiation*), biaya rendah (*low cost*), fokus (*focus*), kepeloporan (*preemption*), dan sinergi (*synergy*).

Pengembangan Strategi

Untuk mengembangkan strategi SCA yang sukses, Aaker (1998) menyampaikan bahwa ada dua pendekatan yang dapat digunakan, yaitu visi strategis dan oportunistik strategis. Masing-masing pendekatan tersebut dapat diterapkan, tetapi mungkin mempersyaratkan adanya sistem, manusia, dan kultur yang berbeda. Visi strategis membutuhkan perspektif jangka panjang, fokusnya lebih ke masa depan, baik dalam pengembangan strategis maupun dalam analisis pendukungnya. Oportunistik strategis menekankan kemanfaatannya pada masa sekarang. Keyakinan implisitnya adalah bahwa cara terbaik untuk memiliki strategi yang tepat untuk masa depan, yaitu dengan membenahinya sekarang juga.

Untuk menghindari kekakuan strategis diperlukan visi yang dinamis. Dengan demikian, jika situasi berubah visi pun menyesuaikan perubahan tersebut. Ini adalah tugas manajemen strategis untuk secara berkala meninjau ulang visi organisasi dan menciptakan arah baru bagi perusahaan. Berdasarkan tinjauan visi secara berkala itulah lahir konsep keluwesan strategis. Keluwesan strategis adalah kesanggupan untuk menyesuaikan dan mengembangkan strategi untuk merespon perubahan eksternal dan internal (Aaker 1998).

Sistem Pakar Fuzzy

Sistem pakar merupakan salah satu bagian dari bidang kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang memungkinkan komputer dapat berpikir dan mengambil kesimpulan dari sekumpulan aturan (*rules*). Pada proses tersebut seorang pengguna dapat berkomunikasi secara interaktif dengan komputer

untuk memecahkan suatu persoalan atau seolah-olah pengguna berhadapan dengan seorang yang ahli dengan masalah tersebut (Marimin 2005). Sistem pakar dirancang untuk berbagai aktivitas, seperti konsultasi, diagnosis, pembelajaran, pengambilan keputusan, perancangan, perencanaan, atau penelitian (Klir dan Yuan 1995). Sistem pakar *fuzzy* (*fuzzy expert system*) adalah sistem pakar yang mampu menangani data *fuzzy*.

Pada prinsipnya sistem pakar terdiri dari sistem berbasis pengetahuan, basis data dan mesin inferensi. Komponen sistem pakar juga terdiri dari fasilitas akuisisi pengetahuan, fasilitas penjelasan dan justifikasi, serta penghubung antara pengguna dan sistem pakar (Klir dan Yuan 1995; Marimin 2005).

Basis pengetahuan berisi pengetahuan dasar tentang domain permasalahan. Pada sistem pakar *fuzzy*, pengetahuan umumnya direpresentasikan dengan sekumpulan aturan-aturan (*fuzzy production rules*) yang menghubungkan *antecedents* dengan *consequences*, premis dengan kesimpulan, atau kondisi dengan aksi. Bentuk umumnya dapat dituliskan sebagai "*if A, then B*", dimana A dan B adalah *fuzzy set*. Mesin inferensi sistem pakar *fuzzy* melakukan operasi manipulasi kaidah-kaidah menggunakan logika *fuzzy* (Klir dan Yuan 1995).

Fuzzy inference system (FIS) merupakan suatu proses perumusan pemetaan dari input ke output menggunakan logika *fuzzy* (Gulley dan Jang 1999 didalam Marimin 2005). Secara umum FIS terdiri dari lima fungsi, yaitu:

1. *Rule base*, berisikan sejumlah aturan *fuzzy If-Then*.
2. *Database*, yang mendefinisikan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* yang digunakan dalam kaidah *fuzzy*.
3. *Decision-making unit*, yang melakukan operasi operasi inferensi terhadap kaidah.
4. *Fuzzification*, yang mengubah input *crisp* ke nilai linguistik yang sesuai.
5. *Defuzzification*, yang mengubah output *fuzzy* ke output yang bernilai *crisp*.

Pada *fuzzy logic toolbox*, proses inferensia *fuzzy* terdiri dari lima bagian, yaitu:

1. *Fuzzification*. Input data diterima dan ditentukan derajat keanggotaannya. Apabila kondisi mempunyai aturan lebih atau satu maka diterapkan *operator fuzzy*.

2. *Operator fuzzy*. *Operator fuzzy* diperlukan jika *antecedent* untuk suatu aturan lebih dari satu, dan digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan hasil inferensia setiap aturan tersebut.
3. *Inference*. Nilai kebenaran untuk *premise* dari setiap aturan dihitung dan diterapkan pada bagian *conclusion* dari setiap aturan.
4. *Agregation*. Penggabungan seluruh output gugus *fuzzy* menjadi sebuah output gugus *fuzzy*.
5. *Defuzzification*. Proses pengubahan hasil *fuzzy* menjadi hasil yang mempunyai nilai tunggal (*crisp*).

Fuzzy Analytical Hierarchy Process

Fuzzy analytical hierarchy process (fuzzy AHP) merupakan suatu metode yang dikembangkan dari metode AHP dengan menggunakan konsep *fuzzy* pada beberapa bagian seperti dalam penilaian sekumpulan alternatif dan kriteria. Metode *fuzzy AHP* merupakan modifikasi metode AHP dari Saaty (1988) dengan metode gugus *fuzzy* yang diperkenalkan oleh Zadeh (1965).

Metode *fuzzy AHP* digunakan untuk pengambilan suatu alternatif keputusan terhadap kriteria-kriteria dimana skala penilaian yang digunakan merupakan suatu nilai *fuzzy* yang mewakili suatu variabel linguistik tingkat kepentingan. Prinsip kerja *fuzzy AHP* adalah sebagai berikut:

1. *Decomposition*

Prinsip ini adalah memecahkan persoalan yang utuh menjadi unsur-unsurnya sehingga didapatkan tingkatan dari persoalan tadi (*decomposition*). Tingkatan persoalan ini membentuk suatu struktur hirarki yang merupakan abstraksi dari komponen dan dampak-dampaknya pada sistem yang dikaji.

2. *Comparative Judgement*

Prinsip ini membuat penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat di atasnya (*comparative judgement*). Setiap level hirarki dinilai melalui perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*), yaitu perbandingan setiap elemen sistem dengan elemen lainnya pada setiap tingkat hirarki secara berpasangan sehingga diperoleh nilai tingkat kepentingan elemen dalam bentuk pendapat

kualitatif dalam label linguistik *Triangular Fuzzy Number (TFN)*.

Tabel 1 Skala perbandingan berpasangan AHP menggunakan skala TFN

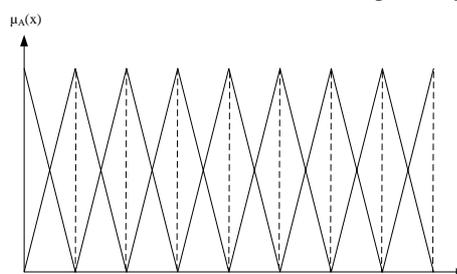
Definisi Nilai	Selang Nilai TFN
Absolutely ⁻¹ (A ⁻¹)	(1/9, 1/9, 1/7)
Very strong ⁻¹ (VS ⁻¹)	(1/9, 1/7, 1/5)
Strong ⁻¹ (S ⁻¹)	(1/7, 1/5, 1/3)
Weak ⁻¹ (W ⁻¹)	(1/5, 1/3, 1)
Equal (E)	(1/3, 1, 3)
Weak (W)	(1, 3, 5)
Strong (S)	(3, 5, 7)
Very strong (VS)	(5, 7, 9)
Absolutely (A)	(7, 9, 9)

Sumber: Saaty 1988 (dimodifikasi)

Penentuan nilai *fuzzy* (fuzzifikasi) untuk setiap alternatif dalam bentuk TFN akan diperoleh tiga fungsi keanggotaan, yaitu *under optimistic*, *most likely*, dan *pessimistic condition*. Bentuk fungsi TFN dapat dilihat pada Gambar 1.

3. *Synthesis of Priority*

Dari setiap matriks *pairwise comparison* kemudian dicari vektor prioritasnya (*eigenvector*) untuk memperoleh *local priority*. Karena matriks-matriks *pairwise comparison* ada pada setiap tingkat, maka untuk mendapatkan *global priority* harus dilakukan sintesis di antara *local priority*.



Gambar 1 *Triangular Fuzzy Number A = (a₁, a₂, a₃)*

4. *Synthesis of Priority*

Dari setiap matriks *pairwise comparison* kemudian dicari vektor prioritasnya (*eigenvector*) untuk memperoleh *local priority*. Karena matriks-matriks *pairwise comparison* ada pada setiap tingkat, maka untuk mendapatkan *global priority* harus dilakukan sintesis di antara *local priority*.

5. *Logical Consistency*

Konsistensi memiliki dua makna, *pertama* adalah bahwa obyek-obyek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi, *kedua* menyangkut tingkat hubungan antara objek-objek yang didasarkan pada kriteria tertentu.

METODE

Kerangka Pemikiran

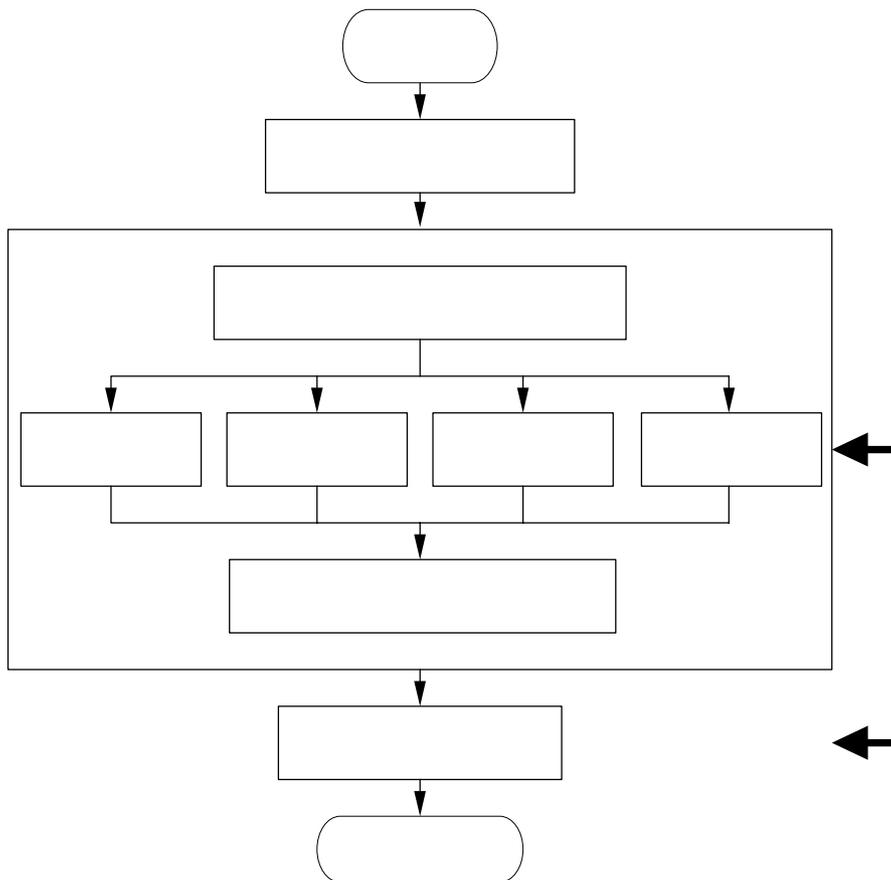
Pengembangan agroindustri karaginan di Indonesia sesungguhnya mempunyai prospek yang cukup cerah dengan potensi jumlah bahan baku (*Eucheuma* sp) yang cukup besar, sumberdaya manusia, teknologi dan peluang pasar yang sangat potensial baik pasar domestik maupun ekspor. Pengembangan agroindustri ini dilakukan untuk meningkatkan daya saing agroindustri karaginan dalam rangka meningkatkan nilai tambah rumput laut yang selama ini hanya diekspor dalam bentuk rumput laut kering.

Diagnosis daya saing agroindustri karaginan pada penelitian ini menggunakan *fuzzy expert system* dengan model pendekatan keunggulan bersaing yang berkelanjutan. Keluaran diagnosis daya saing berbasis perspektif SCA ini selanjutnya akan menjadi dasar bagi penyusunan skenario perumusan strategi bersaing pengembangan agroindustri karaginan menggunakan *fuzzy analytical hierarchy process (fuzzy AHP)* yang merupakan rangkaian dari proses konsultasi pada sistem pakar yang dikembangkan. Kerangka konseptual yang mendasari penelitian ini disajikan pada Gambar 2.

Tata Laksana

Pemilihan Pakar

Pada konteks permasalahan pengembangan agroindustri karaginan, maka pada penelitian ini, pakar yang dipilih terdiri dari 2 (dua) orang, yang berasal dari perusahaan agroindustri rumput laut (PT. Radian Cipta Sentosa Jakarta) dan akademisi (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB).



Gambar 2 Kerangka pemikiran penelitian

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan menggali informasi dari pakar secara langsung baik secara terstruktur maupun tidak terstruktur. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan melakukan komunikasi kepada pihak-pihak sumber informasi dan mengunjungi beberapa sumber data dan juga mencari koleksi data hasil penelitian yang relevan. Data sekunder diperoleh dari BPS Jakarta, FPIK IPB, dan Badan Litbang Perikanan Departemen Pertanian Jakarta.

Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi teknik sistem pakar *fuzzy* (*fuzzy expert system*) dan teknik *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP)*. Teknik sistem pakar *fuzzy* digunakan untuk diagnosis daya saing agroindustri karaginan. Untuk perumusan strategi bersaing agroindustri karaginan digunakan teknik *Fuzzy AHP*. Alat bantu pengolahan data penelitian menggunakan perangkat lunak Matlab 6.5 dan Microsoft Excel Xp.

A. Fuzzy Expert System

Diagnosis perumusan daya saing agroindustri karaginan berbasis SCA menggunakan teknik *fuzzy expert system*. Pendekatan yang dilakukan untuk mengembangkan sistem pakar *fuzzy* mengikuti metodologi yang dikembangkan untuk sistem intelijen. Tahapan pengembangan sistem pakar ini disajikan pada Gambar 3.

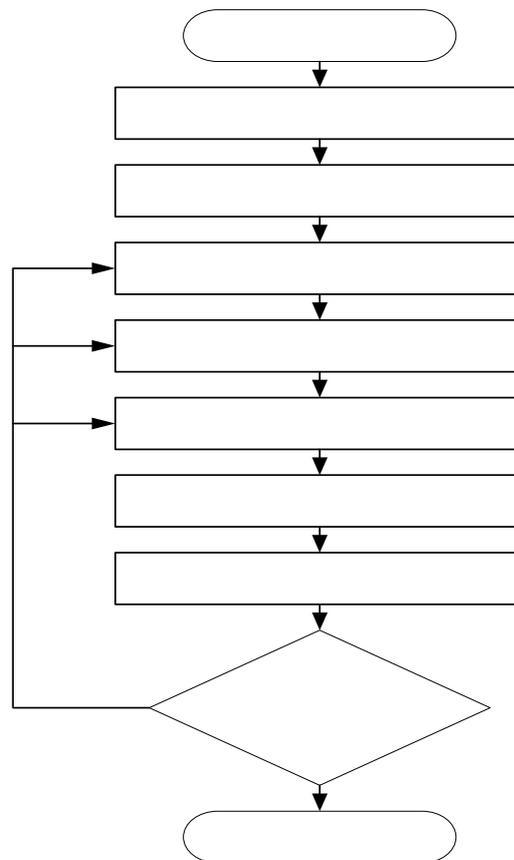
Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini dilakukan dengan menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh terhadap daya saing agroindustri karaginan, terkait dengan faktor-faktor prasyarat keunggulan bersaing berkelanjutan yang membentuk daya saing agroindustri karaginan di Indonesia. Keterlibatan pakar dalam mengidentifikasi masalah sangat membantu dalam perancangan model sistem pakar yang dikaji.

Akuisisi Pengetahuan

Metode akuisisi yang digunakan untuk membangun sistem pakar ini adalah kuesioner dan wawancara dengan pakar di bidang agroindustri karaginan. Selain pakar, sumber

pengetahuan yang lain berasal dari buku-buku referensi dan hasil-hasil penelitian terkait.



Gambar 3 Tahapan pembentukan Sistem Pakar

Representasi Pengetahuan

Representasi pengetahuan bertujuan untuk membuat basis pengetahuan dalam sistem pakar berdasarkan akuisisi pengetahuan pakar. Representasi pengetahuan pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy*. Dengan cara ini, menurut Marimin (2005), suatu keadaan atau kondisi serta aksi yang mengikutinya dapat direpresentasikan dengan mengikutkan tingkat kemungkinan kejadiannya secara pasti, seperti rendah/sedang/tinggi.

Berdasarkan akuisisi pengetahuan yang diperoleh dari pakar agroindustri karaginan, selanjutnya dapat dibuat sistem berbasis kaidah-kaidah (*rule base*). Pengembangan basis pengetahuan ini dilakukan dengan menggunakan *Toolbox Fuzzy Matlab 6.5*.

Pengembangan Mesin Inferensi

Mesin inferensi adalah komponen sistem

pakar yang memanipulasi dan mengarahkan pengetahuan dari basis pengetahuan sehingga tercapai kesimpulan. Tugas utama mesin inferensi adalah menguji fakta dan kaidah serta menambah fakta baru jika memungkinkan serta memutuskan perintah sesuai dengan hasil penalaran yang telah dilaksanakan (Marimin 2005). Pada pengembangan sistem pakar ini, teknik yang digunakan adalah mesin inferensi berdasarkan inferensi *fuzzy* (*Fuzzy Inference System*) tipe Mamdani.

Verifikasi dan Validasi

Verifikasi sistem berhubungan dengan apakah sistem telah secara benar diaplikasikan. Apabila sistem dianggap telah cukup benar, maka baru dapat divalidasi pada suatu tingkat penerimaan performa dalam keakuratan dan efisiensinya.

Fuzzy Analytical Hierarchy Process

Strategi integrasi daya saing agroindustri karaginan berbasis SCA ke dalam strategi bersaing pengembangan agroindustri karaginan menggunakan teknik *fuzzy analytical hierarchy process* (*fuzzy AHP*). Teknik *fuzzy AHP* digunakan untuk merumuskan strategi pengembangan agroindustri karaginan berdasarkan tingkat daya saing yang teridentifikasi pada tahap diagnosis.

Tahapan metode *fuzzy AHP* adalah meliputi: (1) pembuatan struktur hirarki, yaitu merumuskan tujuan yang ingin dicapai, menentukan kriteria dan alternatif, (2) melakukan penilaian setiap elemen dalam struktur hirarki menggunakan variabel linguistik berkaitan dengan tingkat kepentingan elemen satu terhadap elemen lainnya, (3) melakukan fuzzifikasi menggunakan fungsi keanggotaan TFN berdasarkan modifikasi skala *pairwise comparison* Saaty dan diintegrasikan dengan metode rata-rata geometri (*geometric mean*), (4) melakukan defuzzifikasi terhadap hasil fuzzifikasi untuk menghasilkan nilai tunggal (*crisp*), (5) membuat matriks kriteria dan alternatif, (6) menghitung bobot kriteria, (7) menghitung nilai eigen dari alternatif terhadap masing-masing kriteria, (8) menghitung *consistency ratio*, (9) menentukan skor akhir, dan (10) menentukan ranking dari skor akhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagnosis Daya Saing

Konfigurasi Pengembangan Sistem

Sistem pakar fuzzy untuk mendiagnosis daya saing agroindustri karaginan dibangun menggunakan inferensi fuzzy (*fuzzy inference system*) tipe Mamdani. Rancangan basis pengetahuan untuk mendiagnosis daya saing yang dimiliki oleh agroindustri karaginan pada penelitian ini berdasarkan perspektif SCA yang dikembangkan oleh Aaker (1998).

Rancangan basis pengetahuan disusun oleh 4 input dan 1 output. Input rancangan basis pengetahuan ini disusun berdasarkan indikator-indikator prasyarat pengembangan SCA yang relevan. Output yang diinginkan dalam rancangan sistem ini adalah tingkat daya saing agroindustri di Indonesia secara umum yang nantinya menjadi basis bagi penyusunan strategi pengembangan agroindustri karaginan. Input, output, dan nilai-nilai label yang digunakan sebagai input dan output dalam pengembangan sistem pakar ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai label input dan output sistem pakar fuzzy

No.	Prasyarat SCA (Input/ Output)	Indikator	Nilai Label
1	Basis persaingan	Jumlah produksi	Besar/Sedang/Sedikit
2	Arena bersaing	Pasar sasaran	Tepat/Kurang tepat/Tidak tepat
3	Pesaing	Jumlah pesaing	Sedikit/Sedang/Banyak
4	Cara bersaing	Pelayanan pelanggan	Memuaskan/Kurang memuaskan/Tidak memuaskan
5	Daya saing	Daya saing	Tinggi/Sedang/Rendah

Rentang skala nilai label tipe fuzzy yang digunakan dalam rancangan sistem ini untuk indikator pasar sasaran dan pelayanan

pelanggan adalah 0 – 10. Nilai-nilai label fuzzy tersebut juga digunakan untuk rancangan sistem output daya saing agroindustri karaginan. Untuk input jumlah produksi, nilai label fuzzy yang digunakan adalah data jumlah produksi karaginan dunia. Rentang nilai fuzzy jumlah produksi adalah 0 – 21.100. Untuk nilai input fuzzy jumlah pesaing berkisar antara 0 – 20. Nilai 21.100 merupakan jumlah produksi karaginan Filipina setiap tahunnya sebagai produsen terbesar di dunia. Nilai 20 adalah nilai maksimum jumlah pesaing yang mungkin ada sebagai produsen karaginan. Nilai ini didasarkan pada justifikasi pendapat pakar.

Konfigurasi pengembangan sistem pakar fuzzy untuk identifikasi tingkat daya saing agroindustri karaginan disajikan pada Tabel 6. Pengembangan sistem pakar ini menggunakan perangkat lunak Matlab 6.5 sebagai alat bantu untuk pengolahan data.

Tabel 3 Konfigurasi pengembangan sistem pakar fuzzy SCA karaginan

No.	Konfigurasi	Keterangan
1	Sistem fuzzy	Tipe Mamdani
2	Metode “AND”	Harga Minimum
3	Metode “OR”	Harga Maksimum
4	Metode “IMPLIKASI”	Harga Minimum
5	Metode “AGREGASI”	Harga Maksimum
6	Metode “DEFUZZIFIKASI”	Centroid
7	Fungsi keanggotaan	TFN

Pengembangan Aturan

Pada sistem pakar ini, representasi pengetahuan dalam bentuk basis pengetahuan dan mekanisme inferensi, pembuatan program dalam bentuk kaidah-kaidah yang mengolah data menjadi kesimpulan, dalam hal ini adalah daya saing agroindustri karaginan, menggunakan aturan *If-Then* atau metode *rulebase*. Pada rancangan sistem pakar ini, rule atau aturan yang digunakan dalam sistem inferensi ini berjumlah 55 rule. Penyusunan aturan didukung dengan pengetahuan empiris yang didasarkan pada pengetahuan pakar.

Salah satu aturan yang digunakan dalam sistem pakar fuzzy pengembangan daya saing agroindustri karaginan adalah sebagai berikut:

Rule Number 1.

If (Jumlah Produksi is Besar)
 and (Pasar Sasaran is Tepat)
 and (Jumlah Pesaing is Sedikit)
 and (Pelayanan Pelanggan is Memuaskan)
 Then (Daya Saing is Tinggi)

Verifikasi Sistem

Verifikasi sistem untuk diagnosis daya saing agroindustri karaginan dilakukan dengan cara wawancara dan pembagian kuesioner dengan para pakar terkait dan kajian pustaka berdasarkan kondisi daya saing agroindustri karaginan saat ini (*existing condition*). Hasil diagnosis daya saing disajikan pada Tabel 4.

Verifikasi sistem untuk analisis daya saing menggunakan perangkat lunak MATLAB. Tampilan hasil verifikasi sistem tersebut disajikan pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa agregasi komponen daya saing yang dibentuk dari SCA menghasilkan skor sebesar 4.55. Defuzzifikasi nilai pada tingkat daya saing ini terletak pada daerah SEDANG. Artinya, daya saing agroindustri di Indonesia saat ini tergolong sedang dengan *membership function* (MF) sebesar 0.85. Nilai MF bisa diketahui dari perhitungan sebagai berikut.

$$\mu_{\text{DayaSaing}} = \frac{4.55 - 2}{5 - 2} = 0.85$$

Membership function untuk variabel daya saing agroindustri karaginan disajikan pada Gambar 5. Variabel daya saing dikategorikan dalam 3 himpunan fuzzy, yaitu: Rendah, Sedang, dan Tinggi, dengan skala linguistik Triangular Fuzzy Number (TFN). Berdasarkan Gambar 5 dapat ditunjukkan bahwa defuzzifikasi pada verifikasi sistem masuk dalam himpunan fuzzy pada kategori daerah daya saing Sedang.

Perumusan Strategi Pengembangan

Struktur Hirarki Keputusan

Perumusan strategi ini dimaksudkan untuk mengembangkan daya saing agroindustri karaginan sebagai kelanjutan dari analisis

daya saing pada diagnosis. Pada tahap ini, metode *fuzzy* AHP digunakan untuk merumuskan strategi pengembangan daya saing agroindustri karaginan yang merupakan rangkaian dari proses konsultasi pada sistem pakar fuzzy yang dikembangkan. Identifikasi permasalahan dalam hal ini mencakup penyusunan struktur dan komponen hirarki keputusan yang didasarkan pada analisis struktural dari pendapat pakar dan studi literatur.

Struktur hirarki keputusan perumusan strategi pengembangan agroindustri karaginan terdiri dari 5 level, yaitu goal (Level 0), faktor yang berpengaruh dalam pengembangan strategi (Level 1), aktor (stakeholder) yang berperan (Level 2), tujuan yang diharapkan

(Level 3), dan alternatif strategi yang dipilih (Level 4).

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam perumusan strategi

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam perumusan strategi pengembangan daya saing agroindustri karaginan ini diadopsi dari pendapat Aaker (1998) dalam pengembangan strategi menggunakan perspektif keunggulan bersaing yang berkelanjutan (SCA). Adapun faktor-faktor yang digunakan adalah sebagai berikut:

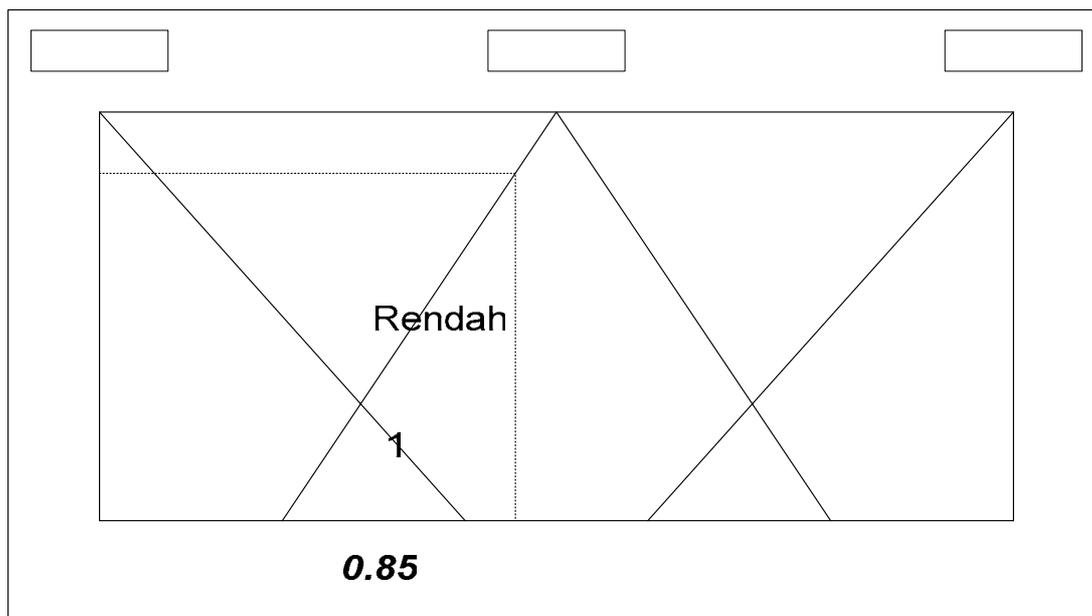
1. Visi strategi. Visi strategis membutuhkan perspektif jangka panjang, fokusnya lebih ke masa depan, baik dalam pengembangan strategis maupun dalam analisis pendukungnya.

Tabel 4 Diagnosis daya saing agroindustri karaginan

No.	Komponen SCA	Skor	Nilai Label dan Nilai Fungsi Keanggotaan
1	Jumlah produksi	7.620	$\mu_{Sedikit} = \frac{84.4 - 76.2}{84.4 - 0} = 0.1$ $\mu_{Sedang} = \frac{76.2 - 42.2}{105.5 - 42.2} = 0.4$
2	Pasar sasaran	7	$\mu_{KurangTepat} = \frac{8 - 7}{8 - 5} = 0.3$ $\mu_{Tepat} = \frac{7 - 6}{10 - 6} = 0.25$
3	Jumlah pesaing	10	$\mu_{Sedang} = \frac{16 - 10}{16 - 10} = 1$
4	Pelayanan pelanggan	6	$\mu_{KurangMemuaskan} = \frac{8 - 6}{8 - 5} = 0.67$



Gambar 4 Tampilan hasil verifikasi sistem



Gambar 5 Himpunan fuzzy untuk output daya saing

Opportunisme strategi. Opportunisme strategis menekankan kegunaannya pada masa sekarang. Keyakinan implisitnya adalah bahwa cara terbaik untuk memiliki

2. strategi yang tepat untuk masa depan, yaitu dengan membenahinya sekarang juga.
3. Keluwesan strategi. Keluwesan strategis adalah kesanggupan untuk menyesuaikan dan mengembangkan strategi untuk merespon perubahan eksternal dan internal.

Aktor-aktor yang berperan dalam pengembangan strategi

Penentuan aktor-aktor yang berperan dalam perumusan strategi pengembangan agroindustri karaginan didasarkan pada justifikasi pendapat pakar. Aktor-aktor yang berperan dalam perumusan strategi pengembangan meliputi:

1. Lembaga Penelitian, seperti LIPI, BPPT, PT, dan lain-lain.
2. Pemerintah, seperti Departemen Kelautan dan Perikanan, Departemen Perindustrian dan Perdagangan, serta instansi pemerintah terkait lainnya, baik di tingkat pusat maupun daerah.
3. Asosiasi Rumput Laut Indonesia (ARLI).
4. Pengusaha, termasuk pengusaha agroindustri rumput laut dan karaginan, pedagang, eksportir, dan lain-lain.

5. Masyarakat, yaitu petani nelayan, masyarakat yang mengusahakan rumput laut dan pengolahan karaginan.

Tujuan pengembangan strategi

Penetapan tujuan pengembangan ini berpedoman pada tujuan pembangunan perikanan dalam rangka merumuskan strategi pengembangan agroindustri rumput laut untuk mendukung Program Peningkatan Ekspor Hasil Perikanan (Protekan 2003). Tujuan pengembangan strategi meliputi:

1. Meningkatkan pendapatan dan taraf hidup masyarakat.
2. Meningkatkan lapangan kerja dengan produktivitas tinggi dan kesempatan berusaha yang efisien di bidang agroindustri perikanan.
3. Memanfaatkan sumberdaya domestik secara optimal.
4. Membangun dan meningkatkan kapasitas pabrik pengolahan rumput laut.
5. Meningkatkan ekspor produk olahan rumput laut melalui perluasan pangsa pasar ke luar negeri.

Alternatif pengembangan strategi

Alternatif strategi yang akan dikembangkan dirumuskan berdasarkan kerangka pengembangan strategi yang disampaikan oleh Yamin (1999) dan pendapat pakar.

Alternatif strategi pengembangan agroindustri karaginan, meliputi:

1. Meningkatkan dan mengefisienkan kinerja industri pengolahan rumput laut (karaginan) yang sudah ada, agar memiliki daya saing yang kuat di pasar internasional, sehingga diharapkan dapat memacu ekspor.
2. Memberikan iklim usaha yang kondusif melalui berbagai kebijakan di bidang fiskal, moneter, *tax policy*, insentif dan lainnya, yang diharapkan mendorong investasi baru industri pengolahan karaginan.
3. Meningkatkan koordinasi dengan instansi terkait dalam menumbuhkan pusat-pusat pengembangan agroindustri karaginan di berbagai wilayah di Indonesia, dengan memperhatikan keterkaitan antar industri dan sektor ekonomi lainnya, sehingga diharapkan terjaminnya pasokan bahan baku.
4. Mengembangkan kemitraan dengan petani rumput laut dalam rangka menjaga kontinuitas pasokan bahan baku, sekaligus turut membantu petani dalam meningkatkan pendapatannya.
5. Melakukan kerjasama bilateral dan multilateral dengan negara pemasok dan pengguna rumput laut, dalam upaya mencari informasi pasar yang akurat, sehingga karaginan Indonesia dapat bersaing dan memenuhi standar persyaratan mutu internasional.

Skenario Pengembangan Strategi

Skenario pengembangan strategi ini disusun berdasarkan kemungkinan-kemungkinan output diagnosis daya saing agroindustri karaginan dari hasil rancang bangun sistem pakar fuzzy (*fuzzy expert system*) yang telah dikembangkan. Output yang dihasilkan dari rancangan sistem pakar tersebut memiliki nilai label rendah, sedang, dan tinggi, yang menunjukkan tingkat daya saing agroindustri karaginan. Berdasarkan tingkatan output daya saing tersebut, selanjutnya dirumuskan skenario pengembangan strategi yang berfungsi sebagai alat bantu untuk pengambilan keputusan, sehingga setiap output tingkatan daya saing akan mempunyai strategi yang berbeda. Dengan demikian, skenario yang dikembangkan adalah 3 (tiga) skenario, yaitu: Skenario I (Daya Saing

Rendah), Skenario II (Daya Saing Sedang), dan Skenario III (Daya Saing Tinggi).

Penilaian setiap level pada struktur hirarki keputusan dilakukan melalui perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*), yaitu perbandingan setiap elemen sistem dengan elemen lainnya pada setiap tingkat hirarki secara berpasangan sehingga diperoleh nilai tingkat kepentingan elemen dalam bentuk pendapat kualitatif dalam label linguistik TFN. Penilaian perbandingan berpasangan ini menggunakan pendapat 2 orang pakar. Metode yang digunakan untuk menggabungkan pendapat para pakar dalam bentuk TFN (batas atas, batas tengah, dan batas bawah) adalah metode rata-rata geometri (*geometric mean*). Metode ini juga digunakan untuk menghitung nilai tunggal (*crisp*) dari pendapat gabungan pakar.

Rumusan skenario pengembangan strategi berdasarkan kemungkinan-kemungkinan output diagnosis daya saing agroindustri karaginan dari hasil rancangan bangun sistem pakar fuzzy, disajikan pada Tabel 5.

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa bobot prioritas (nilai *crisp*) pendapat gabungan pakar pada setiap level hirarki keputusan untuk setiap output daya saing menghasilkan nilai bobot yang berbeda. Artinya, masing-masing skenario pada setiap level hirarki mempunyai rekomendasi pengembangan strategi yang bersifat spesifik. Rumusan pengembangan strategi menggunakan skenario ini merupakan kelanjutan dari proses konsultasi pada pengembangan sistem pakar fuzzy daya saing agroindustri karaginan. Untuk kondisi saat ini, berdasarkan pendapat pakar dan studi literatur, daya saing agroindustri karaginan di Indonesia adalah Sedang. Skenario II merupakan rumusan pengembangan strategi jika output yang dihasilkan dari rancangan sistem pakar fuzzy adalah daya saing Sedang.

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa jika kemungkinan daya saing agroindustri karaginan adalah Sedang, maka faktor yang paling berpengaruh dalam penyusunan strategi adalah oportunistik strategi (0.475). Artinya, penanganan dan pengembangan strategi harus dilakukan mulai sekarang, dengan membenahi kelemahan-kelemahan yang ada saat ini dalam pengembangan daya saing agroindustri karaginan.

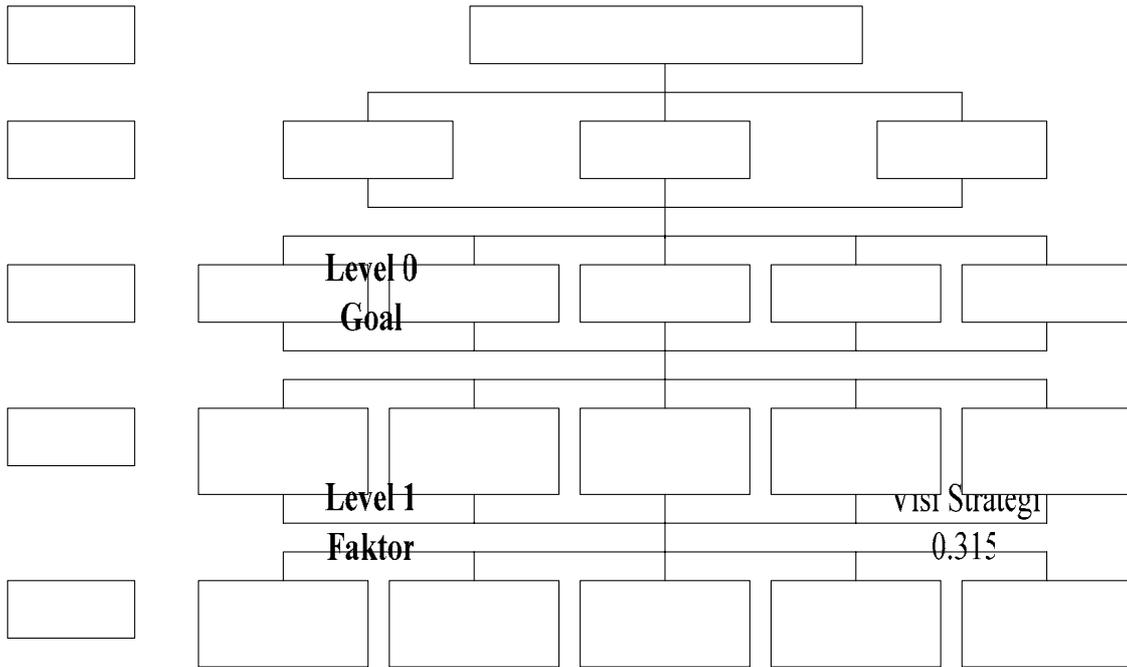
Tabel 5 Skenario pengembangan strategi

Le- vel	Hirarki Keputusan	Skenario Daya Saing		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	<i>Faktor yang berpengaruh</i>			
	1. Visi strategi	0.374	0.315	0.416
	2. Opportunisme strategi	0.210	0.475	0.383
	3. Keluwesan strategi	0.401	0.210	0.197
2	<i>Aktor yang berperan</i>			
	1. Lembaga penelitian	0.198	0.263	0.177
	2. Pemerintah	0.212	0.329	0.281
	3. ARLI	0.135	0.174	0.229
	4. Pengusaha	0.261	0.149	0.236
	5. Masyarakat	0.173	0.084	0.096
3	<i>Tujuan yang diharapkan</i>			
	1. Meningkatkan pendapatan dan taraf hidup masyarakat	0.177	0.212	0.049
	2. Meningkatkan lapangan kerja dan kesempatan berusaha	0.184	0.246	0.098
	3. Memanfaatkan sumberdaya domestik secara optimal	0.337	0.235	0.152
	4. Mengembangkan kapasitas pabrik pengolahan	0.066	0.178	0.347
	5. Meningkatkan ekspor melalui perluasan pasar	0.127	0.128	0.360
4	<i>Alternatif strategi pengembangan</i>			
	1. Meningkatkan efisiensi kinerja industri pengolahan	0.107	0.183	0.420
	2. Memberikan iklim usaha yang kondusif melalui kebijakan	0.226	0.330	0.061
	3. Meningkatkan koordinasi dengan instansi terkait	0.297	0.128	0.117
	4. Mengembangkan kemitraan dengan petani rumput laut	0.211	0.245	0.232
	5. Melakukan kerjasama bilateral dan multilateral	0.094	0.114	0.204

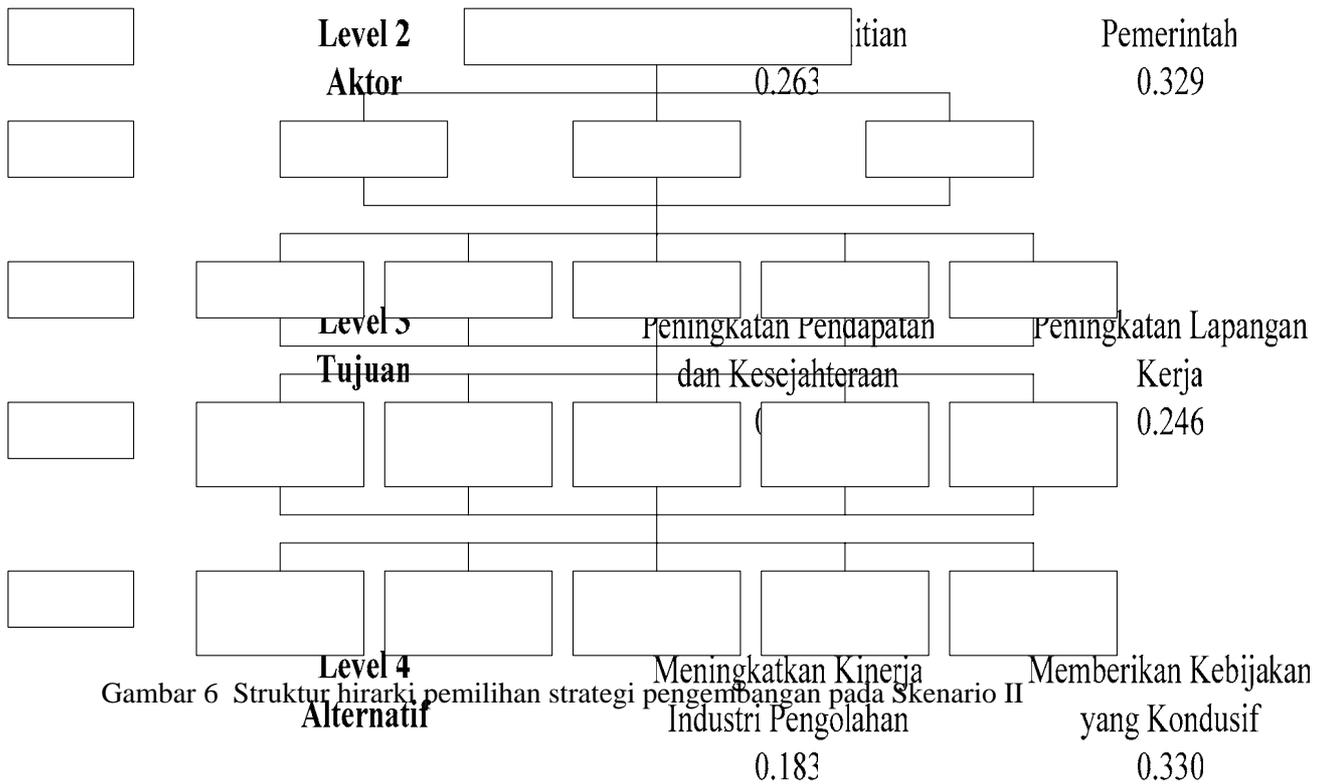
Aktor yang paling berperan dalam pengembangan strategi adalah pemerintah (0.329). Oleh karena itu, alternatif strategi yang akan dikembangkan pada Skenario II ini terkait dengan fungsi pemerintah sebagai agen pembangunan (*agent of development*). Pemerintah diharapkan dapat mengeluarkan kebijakan yang kondusif dengan menciptakan iklim usaha yang sehat bagi pengembangan agroindustri karaginan (0.330). Tujuan yang diharapkan dalam pengembangan strategi ini adalah meningkatkan lapangan kerja dan kesempatan berusaha (0.246). Struktur hirarki keputusan pemilihan strategi pengembangan agroindustri karaginan pada Skenario II disajikan pada Gambar 6.

Berdasarkan hasil sintesis pemilihan strategi pengembangan daya saing

agroindustri karaginan menggunakan kriteria perspektif keunggulan bersaing berkelanjutan pada Skenario II, maka strategi yang terpilih menjadi strategi terbaik untuk dikembangkan adalah memberikan iklim usaha yang kondusif melalui berbagai kebijakan di bidang fiskal, moneter, *tax policy*, insentif dan lainnya. Kebijakan tersebut diharapkan dapat mendorong (*leveraging*) baik secara langsung maupun tidak langsung bagi pengembangan alternatif strategi lainnya yang semakin baik dalam upaya peningkatan daya saing agroindustri karaginan di Indonesia, yang pada gilirannya akan bermuara pada munculnya investasi baru industri pengolahan karaginan di Indonesia.



Gambar 6 Struktur hirarki pemilihan strategi pengembangan pada Skenario II



Gambar 6 Struktur hirarki pemilihan strategi pengembangan pada Skenario II

Level 0
Goal

Strategi Peng

Level 1

Visi Strategi

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Untuk mengatasi berbagai permasalahan dalam upaya mengembangkan daya saing agroindustri di Indonesia saat ini, strategi yang paling tepat diimplementasikan adalah memberikan iklim usaha yang kondusif melalui berbagai kebijakan terkait dengan pengembangan agroindustri karaginan di Indonesia. Strategi ini mengindikasikan bahwa pengembangan harus dimulai secara internal melalui faktor pada sisi hulu yang paling berpengaruh, yaitu kebijakan. Jika aspek kebijakan ini kondusif dengan kebutuhan lingkungan bisnis saat ini, diharapkan agroindustri karaginan dapat berkembang sebagaimana diharapkan.

Saran

1. Struktur sistem pakar pengembangan agroindustri ini masih dapat dielaborasi lagi berdasarkan pengembangan konsep SCA karena input yang digunakan untuk masing-masing perspektif hanya diwakili oleh satu indikator input. Untuk pengembangan lebih lanjut, masing-masing perspektif dapat diuraikan sehingga terdapat sub indikator pada setiap komponen input. Dengan demikian pengembangan sistem pakar ini selanjutnya dapat dibuat secara bertingkat pada setiap perspektif SCA dalam rangka mengoptimalkan struktur sistem pakar ini ke level kompleksitas yang lebih tinggi.
2. Rancang bangun sistem pakar dan strategi pengembangan agroindustri karaginan ini hanya melibatkan pakar yang berasal dari perusahaan agroindustri dan akademisi. Untuk meningkatkan akurasi dalam pengembangan sistem pakar ini perlu dilibatkan pihak pemerintah dalam akuisisi pengetahuan, karena peran pemerintah cukup besar dalam pengembangan agroindustri. Dengan demikian, dari sisi regulasi pembangunan agroindustri karaginan, dapat dituangkan ke dalam

strategi yang lebih operasional untuk diterapkan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aaker DA. 1998. *Developing Bussiness Strategies*. Fifth Edition. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Anggadiredja JT, Zalnika A, Purwanto H, Istini S. 2006. *Rumput Laut: Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Anggadiredja J dan Purwoto. 1999. *Pengembangan Teknologi Pengolahan dan Industri Rumput laut*. [Makalah tidak dipublikasi, BPPT]
- Basmal J. 2000. *Prospek Industri Rumput Laut (Eucheuma sp) Penghasil Semi Refine Carrageenan dan Refine Carrageenan*. Jakarta: Instalasi Balai Penelitian Perikanan Laut Puslitbang Perikanan Badan Litbang Pertanian.
- Klir GJ dan Yuan B. 1995. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications*. USA: Prentice-Hall Inc.
- Kustiariyah. 2002. *Studi Kelayakan Agroindustri Karaginan*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB.
- Marimin. 2005. *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. Bogor : IPB Press.
- Porter ME. 1994. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press.
- Rahman, Y. 1999. *Kebijaksanaan Pengembangan Industri Rumput Laut dan Prospek Pemasaran Rumput Laut di Indonesia*. Jakarta : Ditjen Industri Kimia, Agro dan Hasil Hutan. Departemen Perindustrian dan Perdagangan.
- Saaty TL. 1988. *Decision Making for Leaders: The Analytical Hierarchy Process for Decision in Complex World*. Pittsburg: RWS Publications.