

VOLUME 5, NOMOR 2 AGUSTUS 2011

ISSN : 1907-8056

AGROINTEK

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
UNIVERSITAS TRUNOJOYO

AGROINTEK

Penanggung jawab

Supriyanto, S.TP, MP

Ketua Editor

Ir. Umi Purwandari, M.App.Sc, PhD

Wakil Ketua Editor

Darimiyya Hidayati, S.TP, MP

Editor Pelaksana

Askurrahman, S.TP, MP.

Betha Ika , S.TP, Msc.

Kesekretariatan dan bendahara

Sri Hastuti, S.Pt, MP.

Alamat Redaksi

DEWAN REDAKSI JURNAL AGROINTEK
JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS TRUNOJOYO
Jl. Raya Telang PO BOX 2 Kamal Bangkalan, Madura-Jawa Timur
Telp: (031) 3013234, E-mail: AGROINTEK@yahoo.com

Isu Terbaru :

Model Prediksi Indikator Teri Nasi kering dengan Sistem Dinamik

Pengukuran dan Analisis Produktivitas dengan Metode OMAX

Analisa Positioning Keripik Kentang dengan Metode Multidimensional Scalling

Jurnal AGROINTEK diterbitkan oleh Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo sebagai media ilmiah hasil penelitian, pengkajian dan tinjauan Teknologi Industri Pertanian dari dosen-dosen di lingkungan Fakultas Pertanian. Jurnal ini diterbitkan secara periodik dua kali setahun, yaitu bulan Maret dan Agustus. Redaksi menerima tulisan yang belum pernah diterbitkan dalam media cetak lain. Syarat-syarat, format, dan aturan tata tulis artikel dapat diperiksa pada Petunjuk bagi Penulis di samping belakang dalam jurnal ini. Artikel yang masuk ditelaah untuk dimaklumkan kekayakannya. Penyuntingan atau perubahan atas tulisan yang dimuat dilakukan tanpa mengubah maksud isinya.

AGROINTEK
DAFTAR ISI

<p>Model Prediksi Indikator Keberlanjutan Sumberdaya Agroindustri Teri Nasi Kering menggunakan Sistem Dinamik (<i>Bambang Herry P, Mahfud, Marimin, Aji Hermawan, dan Eko S Wiyono</i>)</p> <p>Pengukuran dan Analisis Produktivitas Produksi dengan Metode Objective Matrix (OMAX) di PG Krebet Baru Malang (<i>Raden Faridz, Burhan, dan Adelya Eny Wijayantie</i>)</p> <p>Pengambilan Keputusan untuk Pemilihan Supplier Bahan Baku dengan Pendekatan <i>Analytic Hierarchy Process</i> di PR Pahala Sidoarjo (<i>Miftahul Jannah, Muhammad Fakhry, dan Rakhmawati</i>)</p> <p>Analisis Positioning Keripik Kentang dengan Pendekatan Metode <i>Multi Dimensional Scaling</i> di Kota Batu (<i>Siti Asmaul Mustaniroh, Aunur Rofiq Mulyarto, dan Siti Nurkhasanah</i>)</p> <p>Modifikasi K-means Berbasis <i>Ordered Weighted Averaging</i> (OWA) untuk kasus Klastering (<i>Millatul Ulya</i>)</p> <p>Penentuan Umur Simpan Minuman fungsional Sari Akar Alang-Alang dengan Metode <i>Accelerated Shelf Life Testing</i> (ASLT) (Studi Kasus di UKM "R.Rovit" Batu Malang (<i>Hesti Anagari, Siti Asmaul Mustaniroh, dan Wigyanto</i>)</p> <p>Penurunan Kandungan Logam Berat Pada Air Lindi dengan Media Zeolit Menggunakan Metode <i>Batch</i> dan Metode Kontinyu (<i>Liliya Dewi Susanawati, Bambang Suharto, dan Kustamar</i>)</p> <p>Penurunan Kandungan Logam Pb dan Cr Leachate melalui Fitoremediasi Bambu Air (<i>Equisetum Hyemale</i>) dan Zeolit (<i>Bambang Suharto, Liliya Dewi Susanawati, Betha Ika Willistien</i>)</p>	<p style="margin-top: 100px;">67</p> <p>80</p> <p>88</p> <p>98</p> <p>107</p> <p>118</p> <p>126</p> <p>133</p>
--	--

MODEL PREDIKSI INDIKATOR KEBERLANJUTAN SUMBERDAYA AGROINDUSTRI TERI NASI KERING MENGGUNAKAN SISTEM DINAMIK

Bambang Herry¹⁾ P, Machfud¹⁾, Marimin¹⁾, Aji Hermawan¹⁾ dan Eko S Wiyono²⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor

²⁾Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

Chirimen agroindustries facing serious problems from the aspect of resources which can threaten sustainability in the future. This study aims to predict the value of resource sustainability indicator of chirimen agroindustries in coastal area of Tuban, Lamongan and Gresik using dynamic system models and determine the status of long-term sustainability of resource using multidimensional scaling (MDS) techniques. The results of the model predictions indicate that the value of the resource indicators chirimen agroindustrial for the next 5 years have a very low value and included in the category are not sustainable. Policy scenarios that could increase the value of indicators and sustainability is a policy that synergize capture effort that appropriate with maximum sustainable yield (MSY), increased absorption of raw materials from the region to 100% and improved work in process materials to 10%.

Key words: chirimen agroindustry, resource, sustainability, dynamic system, multidimensional scaling, policy

PENDAHULUAN

Komoditas ikan teri nasi (*Stolephorus spp.*) merupakan salah satu sumberdaya neritik berupa ikan pelagis kecil yang melimpah di perairan Indonesia (Csirke 1988). Sejak pertengahan tahun 1990-an, komoditas ini menjadi salah satu primadona ekspor Indonesia melalui produk olahannya yaitu teri nasi kering (*chirimen*). Volume ekspor mencapai puncaknya pada tahun 1996 sebesar 20.5 ribu ton. Sejak tahun 1999, volume ekspor cenderung mengalami penurunan. Ekspor terendah terjadi pada tahun 2005 yaitu sekitar 625.1 ton, sedangkan pada tahun 2008 ekspornya mencapai 1319.8 ton (Dinas Kelautan dan Perikanan 2008).

Sejak tahun 1995, terjadi eksploitasi sumberdaya teri nasi secara besar-besaran sehingga volume tangkapannya terus menurun yang ditunjukkan dengan menurunnya volume ekspor. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa agroindustri hasil laut (AIH) teri nasi menghadapi permasalahan keberlanjutan sumberdaya bahan baku, padahal menurut Robert *et al.* (2005) ketersediaan sumberdaya perikanan yang cukup dan lestari menjadi salah satu faktor penting bagi keberlanjutan agroindustri berbasis perikanan tangkap.

Masalah lain yang dihadapi adalah kontinuitas bahan baku karena sifat teri nasi yang migratif dan musiman. Ancaman terhadap keberlanjutan sumberdayanya semakin serius karena sifat pemanfaatan sumberdaya ikan teri yang bersifat terbuka sehingga mudah mengalami degradasi dari segi jumlah dan *overfishing* (Murillas dan Chamorro 2005). Menurunnya tangkapan teri nasi menyebabkan tingkat produksi AIH berada dibawah kapasitas optimalnya sehingga mengalami penurunan keuntungan. Keuntungan yang menurun menyebabkan AIH mengalami kesulitan untuk menyediakan fasilitas peralatan yang layak sehingga berpengaruh terhadap mutu bahan baku dan mutu produk.

Kawasan pesisir utara Kabupaten Tuban, Lamongan dan Gresik merupakan salah satu sentra produsen teri nasi kering di Provinsi Jawa Timur. AIH teri nasi di kawasan ini juga mengalami hal yang sama. Untuk mengetahui bagaimana keberlanjutan sumberdaya AIH teri nasi pada masa mendatang di kawasan ini, maka diperlukan model prediksi indikator-indikator yang tercakup dalam aspek sumberdaya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi nilai indikator keberlanjutan sumberdaya AIH teri nasi di kawasan Tuban, Lamongan dan Gresik selama 5 tahun mendatang, menentukan status keberlanjutan sumberdaya dan memberikan alternatif kebijakan untuk mendukung pencapaian keberlanjutan sumberdaya. Hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pemerintah untuk merumuskan kebijakan pemanfaatan sumberdaya perikanan yang mampu menunjang keberlangsungan AIH teri nasi secara lestari, sedangkan bagi AIH teri nasi diharapkan dapat digunakan sebagai kebijakan dalam perencanaan bahan baku yang dapat mendukung keberlanjutan sumberdaya agroindustri.

Lingkup dari penelitian ini adalah memprediksi nilai indikator keberlanjutan sumberdaya AIH teri nasi di kawasan Kabupaten Tuban, Lamongan dan Gresik secara agregat. Prediksi tidak dilakukan untuk masing-masing AIH teri nasi.

METODE

Kerangka Pemikiran

Keberlanjutan sumberdaya AIH teri nasi ditentukan oleh nilai indikator-indikatornya. Jenis indikator yang tercakup dalam aspek sumberdaya adalah 1) penyediaan bahan baku kawasan; 2) kecukupan bahan baku; 3) kontinuitas bahan baku; dan 4) mutu bahan baku (Rainey 2006). Indikator penyediaan bahan baku kawasan menggambarkan seberapa besar dukungan bahan baku teri nasi (*raw material*) dari kawasan penelitian terhadap ketersediaan kapasitas AIH teri nasi dikawasan tersebut. Indikator tingkat kecukupan bahan baku mencerminkan tingkat penggunaan kapasitas AIH yang diukur dari rasio antara jumlah bahan baku total, baik *raw material* maupun *work in process* (WIP), dengan kapasitas produksi total AIH. Indikator kontinuitas bahan baku mengindikasikan peluang kesinambungan bahan baku AIH dari tahun ke tahun, sedangkan indikator mutu bahan baku menunjukkan kualitas bahan baku yang dapat diperoleh oleh AIH teri nasi.

Indikator-indikator tersebut saling terkait dan bersifat dinamik serta dipengaruhi oleh faktor-faktor lainnya yang terdapat pada

aspek ekonomi maupun sosial. Perubahan nilai salah satu indikator atau parameter akan berpengaruh terhadap nilai indikator lainnya. Berdasarkan hal tersebut, maka model prediksi dibangun menggunakan sistem dinamik. Nilai indikator yang telah diprediksi kemudian diagregasikan hingga menjadi suatu indeks yang dapat menunjukkan bagaimana status keberlanjutan sumberdaya AIH teri nasi menggunakan MDS (*multidimensional scaling*). Teknik ini dipilih karena evaluasinya bersifat multikriteria dan integratif (Kavanagh dan Pitcher 2004).

Metodologi sistem dinamik

Sistem dinamik adalah metodologi yang digunakan untuk memahami permasalahan yang kompleks dimana elemen-elemennya saling terkait dan dinamis. Model sistem dinamik didasarkan atas filosofi kausal (sebab akibat) untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang sistem. Metodologi ini dititikberatkan pada pengambilan kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut menentukan tingkah laku sistem yang dimodelkan secara kuantitatif. Gambar 1 menunjukkan tahapan dalam metodologi sistem dinamik yang diawali dan diakhiri dengan pemahaman sistem dan permasalahannya sehingga membentuk suatu lingkaran tertutup (Elshorbagy *et al.* 2005).

Teknik Multidimensional Scaling (MDS)

Teknik MDS yang digunakan merupakan hasil modifikasi dari Rapfish (*rapid appraisal technique for fisheries*) yang dikembangkan oleh *Fisheries Centre at the University of British Columbia*. MDS merupakan teknik ordinasi untuk memetakan obyek-obyek dalam ruang 2 dimensi didasarkan atas jarak kedekatan antar obyek menggunakan teknik *euclidian distance*. Setelah dilakukan ordinasi, maka dilakukan penilaian *goodness of fit*, kemudian pembalikan (*fliping*) agar posisi titik acuan utama, yaitu buruk (*bad*) dan baik (*good*) berada sejajar dengan sumbu aksis horizontal, sedangkan titik atas (*up*) berada di atas sumbu aksis horizontal dan titik bawah (*down*) berada dibawah sumbu aksis horizontal. Hasil analisis MDS adalah indeks keberlanjutan yang nilainya antara 0 sampai 100. Nilai indeks keberlanjutan dikelompokkan ke dalam 4

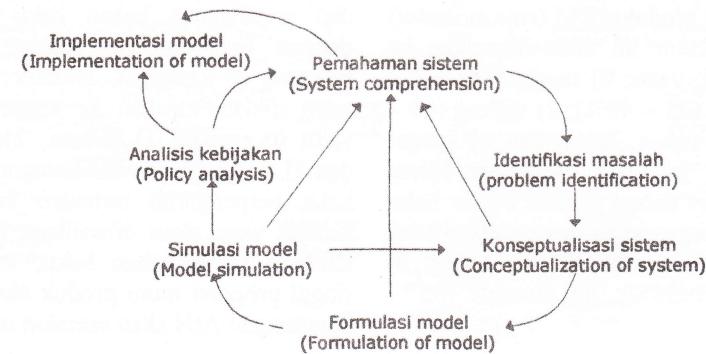
katagori, yaitu : 0 – 25 (buruk), >26 – 50 (kurang), >50 – 75 (cukup) dan >76 – 100 (baik) (Kavanagh dan Pitcher 2004).

Model dinamik prediksi nilai indikator sumberdaya

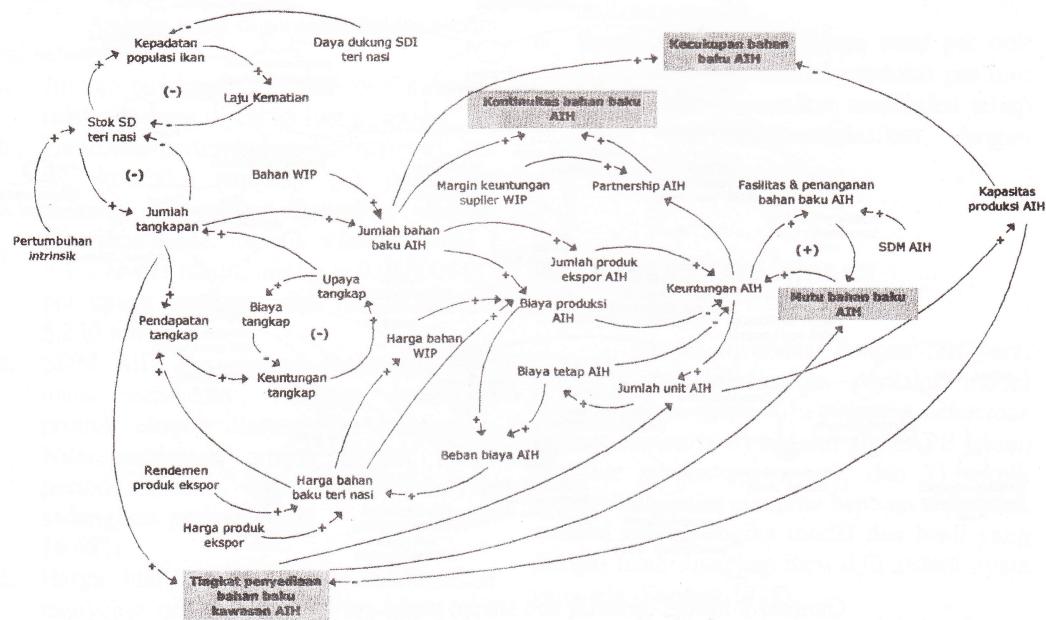
Diagram sebab akibat sistem keberlanjutan sumberdaya AIH teri nasi ditunjukkan pada Gambar 2. Sistem yang dikaji mencakup 2 sub sistem, yaitu 1) sub sistem usaha perikanan tangkap untuk memprediksi jumlah tangkapan teri nasi kawasan sebagai bahan baku *raw material* AIH teri nasi; dan 2) sub sistem produksi AIH teri nasi untuk memprediksi nilai parameter

kapasitas produksi, keuntungan, *partnership*, dan beban biaya AIH teri nasi.

Model sistem dinamik sub sistem usaha perikanan tangkap (Gambar 3) dibangun berdasarkan pendekatan model dinamika biomassa Schaefer yang dikembangkan oleh Dudley dan Soderquist (1999). Dinamika jumlah tangkapan terjadi karena adanya dinamika upaya penangkapan. Jumlah tangkapan akan mempengaruhi stok sumberdaya ikan (SDI). Perubahan upaya penangkapan terjadi karena adanya dinamika keuntungan penangkapan yang dipengaruhi oleh harga teri nasi.



Gambar 1 Metodologi sistem dinamik (Sushill 1993)



Gambar 2 Diagram sebab akibat sistem keberlanjutan sumberdaya AIH teri nasi

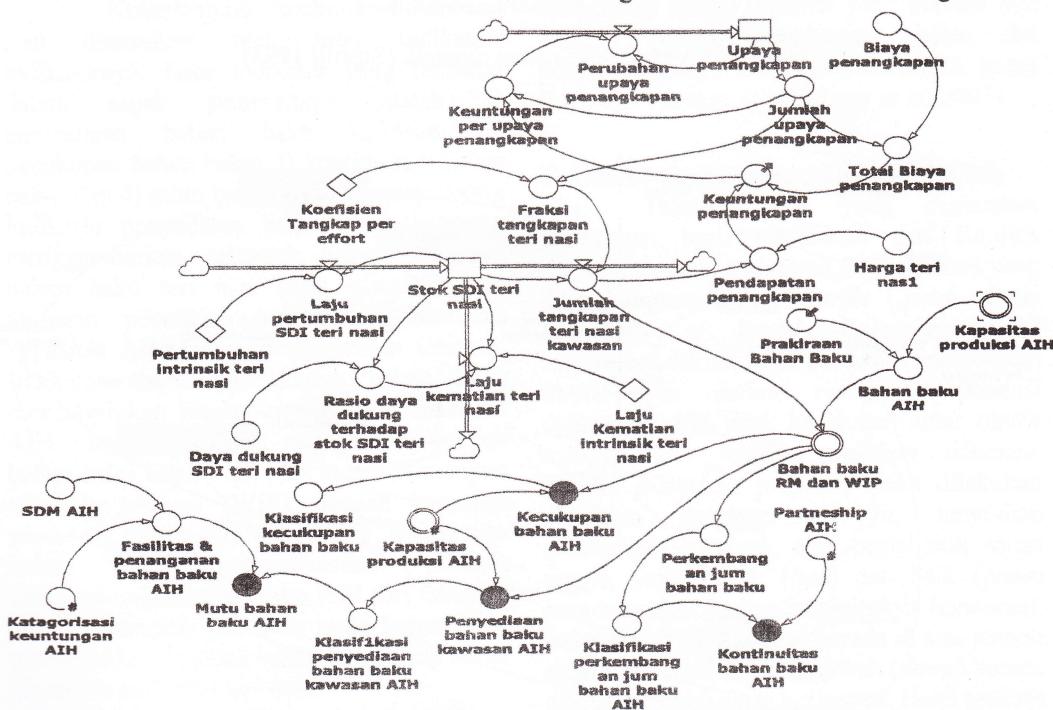
Model sistem dinamik sub sistem produksi AIH (Gambar 4) dikembangkan dari Sterman (2000). Pada sub sistem ini diprediksi jumlah biaya produksi, jumlah produk ekspor, keuntungan, harga teri nasi dan harga bahan WIP. Nilai-nilai parameter tersebut berpengaruh terhadap nilai indikator sumberdaya. Keuntungan AIH berpengaruh terhadap *partnership*, perkembangan jumlah unit AIH, dan penyediaan fasilitas dan penanganan bahan baku. Prediksi terhadap perkembangan unit AIH, *partnership* dan fasilitas dan penanganan bahan baku menggunakan sistem pakar (Marimin 2005).

Indikator penyediaan bahan baku kawasan adalah rasio dari jumlah tangkapan dengan kapasitas produksi RM (*raw material*) AIH. Nilai indikator ini diklasifikasikan ke dalam 5 katagori, yaitu; 0) sangat rendah ($< 25\%$); 1) rendah ($25 - 40\%$); 2) sedang ($40 - 60\%$); 3) tinggi ($60 - 70\%$); dan 4) sangat tinggi ($> 75\%$). Indikator kecukupan bahan baku adalah rasio antara jumlah bahan baku RM dan WIP dengan kapasitas produksi total AIH. Katagori dari indikator ini yaitu: 0) Sangat rendah ($< 35\%$); 1) Rendah ($35 -$

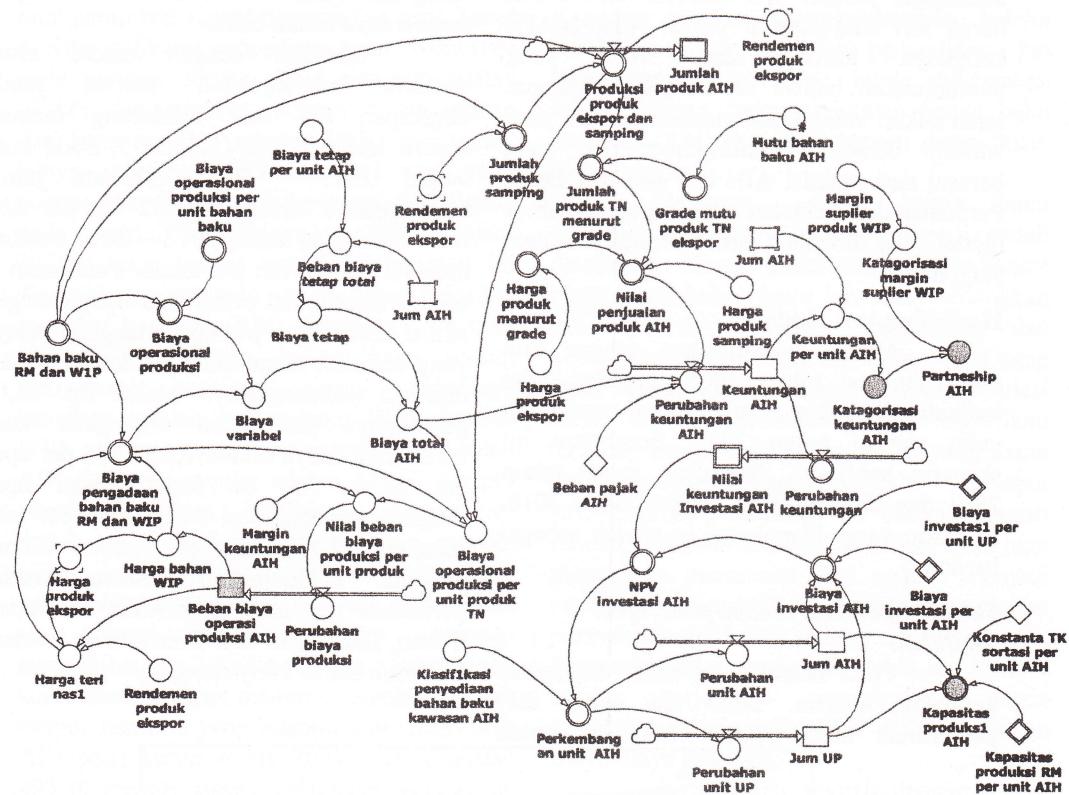
50%); 2) sedang ($50 - 75\%$); 3) tinggi ($75 - 90\%$); dan 4) sangat tinggi ($> 90\%$).

Indikator kontinuitas bahan baku diprediksi menggunakan sistem pakar dengan kriteria yaitu *partnership* dan perkembangan jumlah bahan baku AIH. Aturan yang dikembangkan berjumlah 12 aturan terdiri dari 4 kategori dari *partnership* (lemah, sedang, kuat, tinggi) dan 3 kategori dari perkembangan jumlah bahan baku (menurun, tetap, meningkat). Indikator ini diklasifikasikan menjadi 3 katagori, yaitu 0) rendah; 1) sedang; dan 3) tinggi.

Indikator mutu bahan baku diprediksi menggunakan sistem pakar dengan 20 aturan yang dibangun dari kriteria fasilitas dan penanganan bahan baku (4 katagori) dengan indikator penyediaan bahan baku kawasan (5 katagori). Indikator mutu bahan baku diklasifikasikan ke dalam 4 katagori, yaitu 0) rendah; 1) sedang; 2) cukup tinggi; dan 3) tinggi. Perubahan katagori mutu bahan baku berpengaruh terhadap katagori mutu produk yang akan dihasilkan. Semakin baik katagori mutu bahan baku, maka semakin tinggi proporsi mutu produk ekspor sehingga keuntungan AIH akan semakin meningkat.



Gambar 3 Model dinamik sub sistem usaha perikanan tangkap



Gambar 4 Model dinamik sub sistem produksi AIH teri nasi

Asumsi Model

Asumsi yang digunakan dalam model ini sebagai berikut:

- Jumlah tangkapan teri nasi dari kawasan tidak ada yang dijual ke luar kawasan.
- Parameter pertumbuhan intrinsik teri nasi (r), koefisien tangkap (q) dan daya dukung SDI (K) ditentukan dengan algoritma model logistik schaefer. Nilai $r = 0.772$ per tahun, nilai $q = 0.000004437$ per upaya tangkap, dan nilai K adalah 5,250 ton
- SDM AIH diasumsikan meningkat pada masa mendatang, sehingga rendemen produk ekspor diasumsikan meningkat. Nilai rendemen produk ekspor untuk periode 2005 – 2001 adalah 16.51%, sedangkan periode 2012 – 2016 adalah 16.68%.
- Harga jual produk ekspor diasumsikan menyebar normal dengan rata-rata 10.17

dollar/kg dengan standar deviasi 0.69 dollar/kg produk.

- Biaya penangkapan, biaya tetap per unit AIH, biaya operasional produksi per unit bahan baku diasumsikan meningkat setiap tahun dan direpresentasikan dengan fungsi GRAPH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Validasi Model

Model divalidasi dengan dua cara, yaitu 1) membandingkan perilaku model dengan sistem nyata (*quantitative behaviour pattern comparison*) melalui uji MAPE (*mean absolute percentage error*); dan 2) teknik *face validity* yaitu meminta bantuan ahli untuk menilai apakah logika model dan hasil yang dicapai telah dianggap mewakili sistem nyata yang ada (Sargent 1998).

Validasi terhadap jumlah tangkapan diperoleh nilai MAPE sebesar 9.61%.

sedangkan jumlah WIP sebesar 9.99% dan harga teri nasi sebesar 5.5%. Nilai MAPE ketiganya kurang dari 10% yang menunjukkan bahwa model yang dibangun telah cukup valid. Hasil validasi dengan *face validity* dengan 4 narasumber ahli yang berasal dari praktisi AIH teri nasi dan Dinas Perikanan dan Kelautan menyimpulkan bahwa model yang dibangun cukup mewakili sistem yang dikaji.

Hasil Simulasi Model

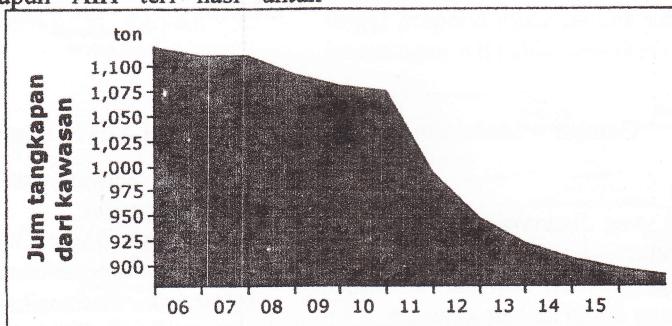
Model disimulasikan dengan titik awal simulasi tahun 2005. Prediksi nilai indikator dilakukan untuk 5 tahun mendatang yaitu sampai tahun 2016. Sementara itu skenario kebijakan diterapkan mulai tahun 2011 dan disimulasikan sampai tahun 2016. Skenario yang dikembangkan adalah sebagai berikut:

Skenario pertama : tanpa penerapan kebijakan

Pada skenario ini tidak diterapkan kebijakan apapun. Tidak ada upaya dari pemerintah maupun AIH teri nasi untuk

mengembangkan sistem keberlanjutan sumberdaya bahan baku.

Simulasi dengan model sistem dinamik menunjukkan bahwa jumlah tangkapan teri nasi cenderung menurun seperti terlihat pada Gambar 5. Pada kurun waktu 2005 – 2011 rata-rata jumlah tangkapannya adalah 1086.52 ton per tahun sementara pada kurun 2012 – 2016 menurun menjadi 914.16 ton per tahun. Penurunan ini terjadi disebabkan penurunan upaya tangkap akibat keuntungan per upaya tangkap nelayan yang semakin menurun. Pada kurun pertama rata-rata keuntungannya adalah Rp. 83,042 per upaya per tahun sedangkan kurun berikutnya hanya sekitar Rp.53,735 per upaya per tahun. Hal itu menyebabkan upaya tangkap menurun dari 94,157 trip per tahun menjadi 82,146 trip per tahun. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keadaan perikanan teri nasi di kawasan Kabupaten Tuban, Lamongan dan Gresik telah termasuk ke dalam status *overfishing*.



Gambar 5 jumlah tangkapan teri nasi kawasan sampai tahun 2016

Tabel 1. Nilai indikator dan parameter model kurun 2005 sampai 2016 pada skenario pertama

Indikator/parameter	Tahun 2011		Tahun 2016	
	Nilai	Katagori	Nilai	Katagori
Penyediaan bb (%)	27.42	rendah	22.28	sangat rendah
Kecukupan bb (%)	41.15	rendah	41.60	rendah
Kontinuitas bb	1	sedang	0	rendah
Mutu bb	1	sedang	0	rendah
Jum bb RM (ton)	988.73		831.89	
Jum WIP (ton)	389		447.07	
Keuntungan AIH (juta)	415.78	rendah	392.26	rendah
Fasilitas & penanganan	1	sedang	1	sedang
Partnership AIH	1	sedang	0	lemah
Jumlah AIH (unit)	4		4	
Kap. Produksi (ton/thn)	7,467.45		7,467.45	

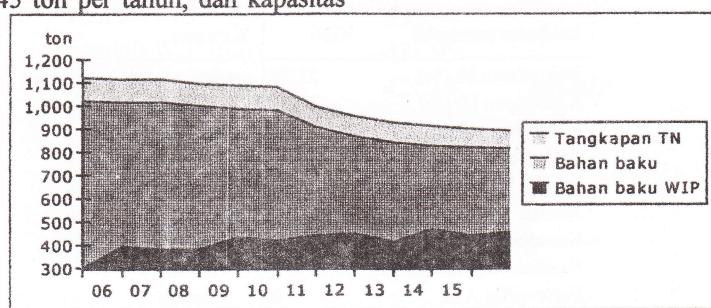
Hasil prediksi nilai indikator dan nilai parameter model ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai indikator penyediaan bahan baku (bb) pada periode 2005 – 2011 rata-rata adalah 27.42% dan termasuk katagori rendah, artinya dari kapasitas RM sebesar 3,850 per tahun, hanya sekitar 988.73 ton teri nasi yang mampu disediakan oleh kawasan. Sedangkan pada tahun 2016 nilainya menurun menjadi 22.28% atau sangat rendah. Penurunan ini disebabkan penurunan jumlah bahan baku teri nasi dari kawasan (RM). Sementara itu, nilai indikator kecukupan bahan baku sedikit mengalami kenaikan karena terjadinya kenaikan jumlah bahan baku WIP. Jumlah WIP rata-rata yang mampu diperoleh oleh AIH dari para suplier adalah 447.07 ton per tahun. Walaupun demikian, indikator ini masih termasuk ke dalam katagori rendah. Nilai kedua indikator tersebut mengindikasikan bahwa AIH teri nasi berada pada level *under capacity* sehingga mengakibatkan produksi dan keuntungan agroindustri terus menurun. Jumlah produk ekspor rata-rata yang mampu diproduksi oleh AIH pada kurun waktu 2005 – 2016 adalah 493.26 ton per tahun, sedangkan pada kurun berikutnya adalah 519.13 ton per tahun. Peningkatan jumlah produksi disebabkan karena peningkatan bahan WIP.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa hingga tahun 2016 tidak terjadi perubahan jumlah unit AIH teri nasi yaitu 4 unit AIH skala menengah dan 2 unit pengolahan. Pada tahun 2011 nilai NPV AIH sekitar 1,263 miliar, akan tetapi dengan nilai indikator penyediaan bahan baku yang berkatagori rendah, maka tidak ada penambahan atau pengurangan AIH. Hal itu menyebabkan kapasitas produksi total juga relatif tetap yaitu sekitar 7,467.45 ton per tahun, dan kapasitas

produksi RM sekitar 3,850 ton per tahun. Keadaan tersebut mengindikasikan bahwa perubahan nilai indikator penyediaan dan kecukupan bahan baku lebih disebabkan karena adanya fluktuasi jumlah bahan baku teri nasi (RM) dan WIP seperti ditunjukkan pada Gambar 6.

Indikator mutu bahan baku menurun dari katagori sedang menjadi rendah disebabkan karena penurunan nilai indikator penyediaan bahan baku kawasan, sedangkan nilai parameter fasilitas penyediaan dan penanganan bahan baku kawasan relatif tetap yaitu sedang karena selama periode simulasi tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap keuntungan per unit AIH yang mana pada kedua kurun waktu tersebut keuntungannya termasuk ke dalam katagori rendah. Indikator kontinuitas bahan baku juga mengalami penurunan dari sedang menjadi rendah karena terjadinya penurunan parameter *partnership* AIH dari sedang menjadi lemah. Penurunan nilai *partnership* lebih disebabkan karena terjadinya rendahnya margin keuntungan dari suplier WIP akibat kenaikan biaya-biaya produksi.

Berdasarkan analisis dengan teknik MDS diperoleh bahwa indeks keberlanjutan sumberdaya bahan baku pada tahun 2011 adalah 41.55 dan termasuk ke dalam katagori kurang berkelanjutan, sedangkan pada tahun 2016 nilai indeknya adalah 8.56 dan termasuk ke dalam katagori buruk atau sangat tidak berkelanjutan. Jika kondisi seperti ini dibiarkan secara terus-menerus tanpa penerapan kebijakan apapun maka akan berdampak buruk, yaitu AIH tidak dapat memperoleh bahan baku dan terancam kebangkrutan.



Gambar 6 Dinamika jumlah tangkapan, bahan baku RM dan WIP pada skenario pertama

Skenario kedua : kebijakan pengaturan upaya penangkapan

Pada skenario ini diterapkan kebijakan untuk mengatur jumlah upaya penangkapan pada tingkat *maximum sustainable yield* (MSY) teri nasi yaitu 86,940 trip per tahun. Tujuan dari pengaturan tersebut adalah menjaga tingkat sumberdaya perikanan teri nasi agar tetap memberikan hasil tangkapan maksimum secara lestari. Secara operasional kebijakan ini dapat dilaksanakan apabila pemerintah daerah setempat memberlakukan aturan teknis tentang pembatasan jumlah upaya penangkapan dan memberikan ruang partisipasi yang lebih luas kepada masyarakat untuk turut serta melakukan pengawasan aturan tersebut melalui pengefektifan institusi poskamladu (pos keamanan laut terpadu) dan dit pol air yang ada di kawasan.

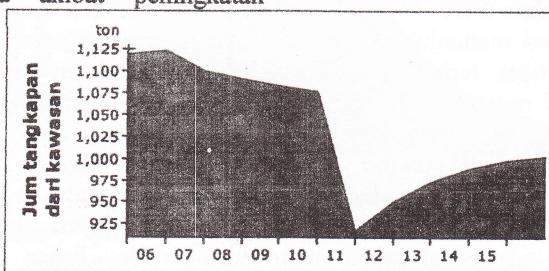
Dengan kebijakan ini, maka upaya tangkap pada kurun 2011 – 2016 meningkat sebesar 5.8% dari upaya tangkap sebelumnya tanpa kebijakan. Peningkatan upaya tangkap berpengaruh terhadap jumlah tangkapan teri nasi dari 914 ton menjadi 985 ton per tahun (Gambar 7).

Hasil simulasi pada Tabel 2 menunjukkan bahwa akibat peningkatan

jumlah tangkapan, maka terjadi peningkatan jumlah bahan baku RM sekitar 7.6% atau sekitar 64.5 ton per tahun. Nilai indikator penyediaan bahan baku kawasan meningkat menjadi 23.28%, sedangkan indikator kecukupan bahan baku juga meningkat menjadi 41.52%. Oleh karena tingkat kenaikannya yang tidak signifikan, menyebabkan katagorinya tidak mengalami perubahan dibandingkan dengan skenario pertama.

Parameter keuntungan mengalami sedikit kenaikan menjadi 407.73 juta per unit AIH (katagori rendah) sehingga tidak merubah nilai parameter fasilitas dan penanganan bahan baku dan *partnership*. Hal ini menyebabkan nilai indikator mutu dan kontinuitas bahan baku juga relatif tetap sama dengan skenario sebelumnya, yaitu berkatagori rendah.

Hasil analisis MDS pada skenario kedua tidak berbeda dengan skenario pertama thau 2011 yang mana indeks keberlanjutan sumberdaya adalah 8.56 dan termasuk ke dalam katagori buruk atau sangat tidak berkelanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan pengaturan upaya tangkap saja belum dapat meningkatkan keberlanjutan sumberdaya bahan baku AIH.



Gambar 7 Pola jumlah tangkapan akibat pengaturan upaya tangkap
Tabel 2. Prediksi nilai indikator dan parameter model pada skenario kedua

Indikator/parameter	Nilai	Katagori
Penyediaan bb (%)	23.28	sangat rendah
Kecukupan bb (%)	41.52	rendah
Kontinuitas bb	0	rendah
Mutu bb	0	rendah
Jum bb RM (ton)	896.39	
Jumlah WIP (ton)	433.50	
Keuntungan AIH	407.73	rendah
Fasilitas & penanganan	1	sedang
Partnership AIH	0	lemah
Jumlah AIH (unit)	4	
Kap. Produksi (ton/thn)	7,467.45	

Skenario ketiga : kebijakan pengaturan upaya penangkapan dan peningkatan serapan RM sampai 95%

Pada skenario ini diterapkan kebijakan untuk mengatur upaya penangkapan pada tingkat MSY (skenario kedua) diiringi dengan meningkatkan tingkat serapan teri nasi (RM) dari kawasan sampai 95%. Saat ini, AIH teri nasi skala menengah telah mampu menyerap sekitar 91% dari total jumlah tangkapan kawasan, sedangkan sisanya diserap oleh agroindustri teri nasi skala kecil.

Peningkatan serapan bahan baku RM memerlukan peran aktif pemerintah setempat dan AIH. Langkah yang dapat ditempuh oleh pemerintah selain kebijakan untuk mengatur upaya tangkap (skenario kedua) yaitu memberlakukan sistem pelelangan dimana retribusi lelang dibebankan kepada AIH dan pendampingan serta pembinaan proses konversi AIH teri nasi skala kecil menjadi AIH berbasis komoditas potensial lainnya yang menguntungkan. Sedangkan AIH skala menengah dapat melakukan kebijakan sistem bagi hasil dengan nelayan atau suplier teri nasi RM.

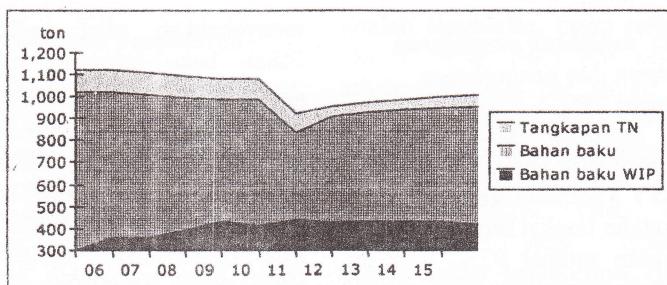
Hasil simulasi pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kebijakan yang diterapkan berhasil meningkatkan jumlah bahan baku RM AIH rata-rata sebesar 12.15% dibandingkan skenario pertama menjadi 932.94 ton per tahun. Peningkatan tersebut

Tabel 3. Prediksi nilai indikator dan parameter model pada skenario ketiga

Indikator/parameter	Nilai	Katagori
Penyediaan bb (%)	24.23	sangat rendah
Kecukupan bb (%)	42.11	rendah
Kontinuitas bb	1	sedang
Mutu bb	0	rendah
Jum bb RM (ton)	932.94	
Jumlah WIP (ton)	431.95	
Keuntungan AIH	421.18	rendah
Fasilitas & penanganan	1	sedang
Partnership AIH	1	sedang
Jumlah AIH (unit)	4	
Kap. Produksi (ton/thn)	7,467.45	

menyebabkan nilai indikator penyediaan bahan baku kawasan meningkat menjadi 24.23%. Indikator kecukupan bahan baku juga meningkat menjadi 42.11%, akan tetapi peningkatan tersebut juga belum signifikan sehingga belum mampu meningkatkan katagori indikator. Gambar 8 menunjukkan bahwa pada kurun waktu 2012 – 2016 serapan bahan baku meningkat dibandingkan kurun sebelumnya.

Nilai indikator mutu bahan baku belum menunjukkan adanya peningkatan dan masih berkatagori rendah. Hal ini disebabkan belum terdapat peningkatan pada nilai parameter penyediaan fasilitas dan penanganan bahan baku, sementara itu peningkatan keuntungan AIH juga relatif rendah dan masih termasuk ke dalam katagori rendah. Nilai indikator kontinuitas bahan baku meningkat dari rendah menjadi sedang yang diakibatkan karena terjadinya peningkatan nilai parameter *partnership* dari lemah menjadi sedang. Hal ini terjadi karena margin keuntungan suplier WIP mengalami peningkatan menjadi 3.7% (sedang), sementara sebelumnya nilainya kurang dari 2.75% (rendah). Hasil analisis MDS diperoleh bahwa nilai indeks keberlanjutan sumberdaya skenario ketiga adalah 21.72 dan termasuk ke dalam katagori buruk (sangat tidak berkelanjutan).



Gambar 8 Dinamika jumlah tangkapan, bahan baku RM dan WIP pada skenario ketiga

Tabel 4. Prediksi nilai indikator dan parameter model pada skenario keempat

Indikator/parameter	Nilai	Katagori
Penyediaan bb (%)	25.49	rendah
Kecukupan bb (%)	44.90	rendah
Kontinuitas bb	1	sedang
Mutu bb	1	sedang
Jum bb RM (ton)	981.57	
Jumlah WIP (ton)	465.19	
Keuntungan AIH	467.53	rendah
Fasilitas & penanganan	1	sedang
Partnership AIH	1	sedang
Jumlah AIH (unit)	4	
Kap. Produksi (ton/thn)	7.467.45	

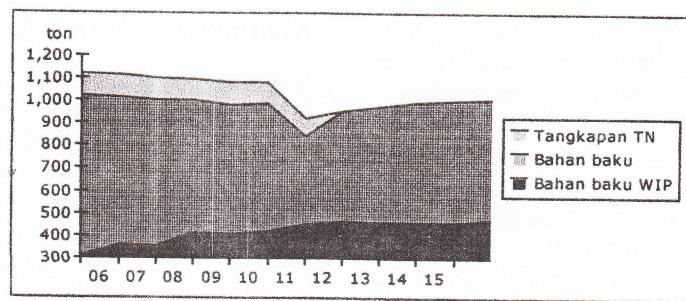
Skenario keempat : kebijakan pengaturan upaya penangkapan, peningkatan serapan bahan baku RM hingga 100%, dan peningkatan bahan WIP 5%

Pada skenario ini diterapkan kebijakan pengaturan upaya penangkapan pada tingkat MSY dan peningkatan serapan RM hingga 100% (pengembangan skenario ketiga) diikuti dengan peningkatan pasokan bahan WIP 5% dari keadaan normal. Peningkatan serapan 100% mengandung arti bahwa semua hasil tangkapan di kawasan mampu dimanfaatkan sebagai bahan baku RM oleh AIH skala menengah. Sementara peningkatan WIP dilakukan untuk meningkatkan tingkat penggunaan kapasitas produksi dan meningkatkan volume produk ekspor sehingga keuntungan diharapkan meningkat dan berdampak pada perbaikan nilai indikator.

Selain melakukan langkah seperti pada skenario kedua dan ketiga, pada skenario ini diperlukan peran aktif AIH dan pemerintah agar upaya peningkatan bahan WIP dapat direalisasikan. Langkah yang dapat ditempuh oleh AIH yaitu dengan memperluas *partnership* dengan suplier WIP dari luar

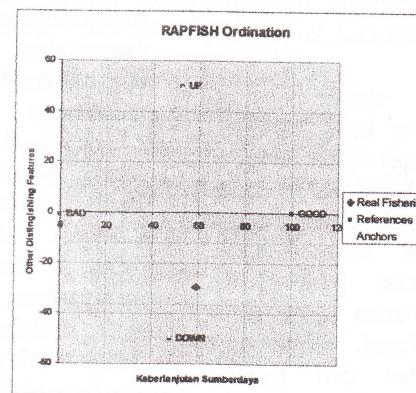
kawasan, *profit sharing* dengan suplier WIP dan bantuan SDM. Sementara itu, pemerintah dapat berperan aktif melalui sinergi dengan pemerintah daerah diluar kawasan untuk pembinaan SDM suplier WIP.

Hasil simulasi pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kebijakan yang diterapkan mampu meningkatkan jumlah bahan baku RM sebesar 18% atau 149.7 ton dari skenario pertama sehingga menjadi 981.57 ton per tahun. Peningkatan jumlah tersebut menyebabkan nilai indikator penyediaan bahan baku kawasan meningkat menjadi 25.49% dan katagorinya meningkat dari sangat rendah menjadi rendah. Sedangkan nilai indikator kecukupan bahan baku walaupun meningkat menjadi 44.90% akibat peningkatan jumlah WIP sebesar 18.2 ton per tahun, akan tetapi tetap termasuk ke dalam katagori rendah. Gambar 9 menunjukkan bahwa pada kurun waktu 2012 – 2016 semua jumlah tangkapan telah diserap oleh AIH sebagai bahan baku RM. Ditunjukkan pula perkembangan bahan WIP yang meningkat dan menunjukkan pola kestabilan pada kurun tersebut.



Gambar 9 Dinamika jumlah tangkapan, bahan baku RM dan WIP pada skenario keempat
 Tabel 5 Prediksi nilai indikator dan parameter model pada skenario kelima

Indikator/parameter	Nilai	Katagori
Penyediaan bb (%)	25.51	rendah
Kecukupan bb (%)	47.12	rendah
Kontinuitas bb	2.00	tinggi
Mutu bb	3.00	tinggi
Jum bb RM (ton)	982.14	
Jumlah WIP	494.74	
Keuntungan AIH	563.94	sedang
Fasilitas & penanganan	2	cukup tinggi
Partnership AIH	3.00	sangat kuat
Jumlah AIH (unit)	4.00	
Kap. Produksi (ton/thn)	7,467.45	



Gambar 10 Nilai indeks keberlanjutan hasil analisis MDS pada skenario kelima

Nilai indikator mutu bahan baku meningkat dari rendah menjadi sedang akibat peningkatan nilai indikator penyediaan bahan baku kawasan. Sementara itu, nilai indikator kontinuitas bahan baku juga mengalami peningkatan dari rendah menjadi sedang disebabkan terjadinya peningkatan *partnership* dan perkembangan jumlah bahan baku dari tahun ke tahun yang memperlihatkan adanya kestabilan.

Hasil analisis MDS diperoleh bahwa nilai indeks keberlanjutan sumberdaya bahan baku pada skenario 4 sama dengan nilai indeks pada skenario 1 kurun waktu 2005 – 2011, yaitu 41.55 dan termasuk ke dalam katagori kurang berkelanjutan.

Skenario 5 : kebijakan pengaturan upaya penangkapan, peningkatan serapan bahan baku RM hingga 100% dan peningkatan bahan WIP 10%

Skenario kelima pada dasarnya merupakan pengembangan dari skenario keempat yaitu dengan meningkatkan jumlah pasokan WIP menjadi 10% dari keadaan normal. Tujuan dari peningkatan volume bahan WIP adalah untuk meningkatkan jumlah produk ekspor sehingga meningkatkan nilai penjualan dan keuntungan AIH. Dengan peningkatan keuntungan tersebut akan terjadi perbaikan pada parameter nilai model seperti parameter penyediaan fasilitas dan penanganan bahan baku serta parameter *partnership* AIH sehingga akan meningkatkan nilai indikator sumberdaya.

Hasil simulasi pada Tabel 5 menunjukkan bahwa dengan kebijakan ini jumlah bahan WIP meningkat menjadi rata-rata 50.67 ton per tahun. Nilai indikator penyediaan bahan baku kawasan relatif sama dengan nilai pada skenario keempat dan mempunyai katagori rendah. Nilai indikator kecukupan bahan baku meningkat menjadi 47.12%, akan tetapi masih termasuk ke dalam katagori rendah.

Jumlah produk ekspor yang dihasilkan dengan penerapan kebijakan ini rata-rata adalah 579.21 ton per tahun dengan keuntungan per unit AIH sebesar 563.94 juta per tahun (katagori sedang). Peningkatan katagori keuntungan AIH menyebabkan peningkatan nilai parameter penyediaan fasilitas dan penanganan bahan baku dari sedang menjadi cukup tinggi. Parameter *partnership* juga meningkat dari lemah menjadi sangat kuat. Peningkatan nilai parameter tersebut menyebabkan peningkatan nilai indikator mutu dan kontinuitas bahan baku masing-masing menjadi berkatagori tinggi.

Hasil analisis dengan MDS diperoleh nilai indeks keberlanjutan sumberdaya adalah 58.96 dan termasuk ke dalam katagori cukup berkelanjutan (Gambar 10).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil simulasi model diperoleh bahwa pada tahun 2016 nilai indikator sumberdaya AIH teri nasi di kawasan Kabupaten Tuban, Lamongan dan Gresik sangat rendah yang mengindikasikan adanya ancaman terhadap keberlanjutan sumberdaya. Hasil analisis MDS diperoleh indeks keberlanjutan sumberdaya hanya sebesar 8.56 yang berarti keberlanjutannya sangat buruk.
2. Skenario kebijakan yang dapat meningkatkan nilai indikator adalah skenario pengaturan upaya penangkapan pada tingkat MSY, peningkatan serapan bahan baku RM hingga 100% dan peningkatan bahan WIP 10%. Hasil analisis MDS diperoleh indeks keberlanjutan sumberdaya sebesar 58.96 dan termasuk ke dalam katagori cukup berkelanjutan.
3. Secara operasional, langkah yang ditempuh oleh pemerintah untuk melaksanakan kebijakan tersebut adalah menentukan aturan teknis pembatasan upaya tangkap yang pelaksanaannya melibatkan peran aktif masyarakat melalui poskamlu, pengaturan sistem lelang, pembinaan AIH skala kecil dan kerjasama dengan pemerintah daerah luar kawasan. Sedangkan AIH skala menengah dapat menempuh upaya untuk memperluas *partnership* dengan suplier WIP, melakukan sistem *profit sharing* dengan nelayan, suplier RM atau WIP, dan bantuan SDM.

Saran

Model dinamik prediksi nilai indikator keberlanjutan bahan baku AIH skala menengah dapat dikembangkan untuk memprediksi nilai indikator pada aspek ekonomi, sosial, teknologi maupun lingkungan agar dapat diketahui status keberlanjutan AIH teri nasi pada masa mendatang secara multidimensi.

DAFTAR PUSTAKA

Csirke J. 1988. Small Shoaling Fish Stocks. In J.A Gulland, ed. *Fish Population*

- Dynamic*, 2nd. Chechester: John Willy and Sons.
- Dinas Kelautan dan Perikanan. 2008. *Statistik Eksport Hasil Perikanan*. Jakarta: Dinas Kelautan dan Perikanan.
- Dudley RG, CS Soderquist. 1999. *A Simple Example of How System Dynamics Modeling Can Clarify, and Improve Discussion and Modification, of Model Structure* [paper] Presentation at the 129 Annual Meeting of the American Fisheries Society, Charlotte. North Carolina.
- Elshorbagy A, A Jutla, L Barbour, J Kells. 2005. *System Dynamics Approach to Assess the Sustainability of Reclamation of Disturbed Watersheds*.
- Kavanagh P dan TJ Pitcher. 2004. Implementing Microsoft Excel Software For Rapfish: A Technique For The Rapid Appraisal of Fisheries Status. *Fisheries Centre Research Reports* 12(2). Vancouver, Canada: The Fisheries Centre, University of British Columbia.
- Marimin. 2005. *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar dalam Teknologi Manajerial*. Bogor: IPB Press.
- Murillas A, Chamorro JM. 2006. Valuation and Management of Fishing Resources under Price Uncertainty. *Journal Environmental & Resources Economic*. 33.
- Rainey DL. 2006. *Sustainable Business Development*. Cambridge university press.
- Roberts CM, G Hawkins. 2005. The Role of Marine Reserves in Achieving Sustainable. *Fisheries*. *Phil. Trans. R. Soc. B* (360): 123–132.
- Sargent RG. 1998. Verification and Validation of Simulation Models [paper]. Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference.
- Sushill. 1992. *System Dynamic : A Practical Approach for Managerial Problems*. New Delhi: Wiley Eastern Limited.
- Sterman JD. 2000. *Business Dynamics : System Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston : Irwin McGraw-Hill.