

STRATEGI PENANGANAN LIMBAH INDUSTRI ALKALI TREATED COTTONII

Yuli Wibowo

Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Korespondensi :mJl. Kalimantan I Kampus Tegal Boto Jember, Email: ylwibowo@yahoo.com

ABSTRACT

This study aims to formulate an alternative strategy in dealing with waste problems generated by the ATC industry, and predict to what extent these strategies can be effectively and efficiently handle the amount of waste there. The method used for analyzing includes analytical hierarchy process and heuristic methods. The results showed that the priority strategies that can be selected to handle the ATC waste was reused the waste water through the recycling process. Efficiency of water use through the recycling process reached 60.71%.

Keywords: ATC, waste, strategy, reused

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Rumput laut merupakan salah satu komoditas strategis Indonesia di sektor kelautan, disamping udang dan tuna. Volume produksi rumput laut Indonesia dari tahun ke tahun menunjukkan peningkatan yang berarti, khususnya pada volume produksi budidaya. Volume produksi rumput laut Indonesia pada tahun 2005 mencapai 910.636 ton. Pada tahun 2010, jumlah tersebut meningkat menjadi sebesar 2.672.800 ton. Indonesia menargetkan produksi rumput laut pada tahun 2014 bisa mencapai 10 juta ton.

Keberhasilan produksi budidaya rumput laut di Indonesia, terutama untuk rumput laut penghasil karaginan seperti *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*, telah mendorong tumbuhnya industri pengolahan rumput laut yang saat ini berkembang dengan sangat pesat. Jumlah industri rumput laut penghasil karaginan yang beroperasi di Indonesia saat ini diperkirakan mencapai 20 perusahaan, yang tersebar di beberapa lokasi seperti di Provinsi Jawa Barat, Banten, Jawa Timur, Jawa Tengah, Sulawesi Selatan, dan Nusa Tenggara Barat. Menurut Dakay (2008), total kapasitas produksi industri karaginan di Indonesia pada

tahun 2007 tercatat sebesar 17.000 ton, atau sebesar 20% total kapasitas produksi karaginan dunia yang mencapai 84.700 ton.

Salah satu industri pengolahan rumput laut yang saat ini berkembang sangat pesat adalah industri ATC (*alkali treated cottonii*). Perkembangan industri ATC didorong oleh bahan baku yang cukup tersedia, penggunaan teknologi pengolahan yang relatif mudah dikuasai, serta peluang pasar yang sangat potensial baik di pasar domestik maupun untuk pasar ekspor (DKP 2006).

ATC merupakan produk karaginan setengah jadi yang dihasilkan dari rumput laut jenis *Eucheuma* yang bernilai tambah tinggi. ATC merupakan bahan baku bagi karaginan murni yang berkualitas tinggi yang memiliki kekuatan gel serta rendeman yang tinggi. Karaginan sangat penting peranannya sebagai pengatur keseimbangan (*stabilisator*), pengental (*thickener*), pembentukan gel (*gelating*), dan pengemulsi (*emulsifier*). Sifat-sifat ini dapat dimanfaatkan secara luas dalam industri makanan, farmasi, kosmetika, pasta gigi, dan industri penting lainnya (Basmal 2000).

Salah satu masalah yang dihadapi dalam rangka pengembangan industri ATC adalah terkait dengan permasalahan limbah. Limbah utama dalam pengembangan industri ATC adalah limbah air cucian yang bersifat

alkali. Limbah ini mempunyai pH yang sangat tinggi yaitu berkisar antara 12-13, serta memiliki kandungan organik dan padatan terlarut yang tinggi pula (Sedayu *et al.* 2007). Limbah ini akan menimbulkan masalah bagi lingkungan jika tidak ditangani sebaik-baiknya. Pembuangan limbah ke lingkungan tanpa melalui proses penanganan yang baik akan mengancam kelestarian ekosistem yang berada di sekitarnya.

Adanya limbah ini tidak hanya berakibat buruk bagi lingkungan, permasalahan limbah juga berdampak pada aspek sosial karena dimungkinkan akan mengganggu masyarakat sekitar yang terkena limbah seperti dilaporkan oleh Zulham *et al.* (2007). Permasalahan limbah ini perlu mendapatkan perhatian serius, khususnya dari pihak industri dan pihak terkait lainnya, dalam rangka pengembangan industri rumput laut secara berkelanjutan.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan alternatif strategi yang tepat dalam menangani limbah industri ATC serta memprediksi kinerjanya dalam mengurangi potensi pencemaran lingkungan.

Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran dan bahan rujukan dalam pengembangan industri rumput laut secara berkelanjutan, khususnya terkait dengan penanganan limbah industri ATC.

METODOLOGI

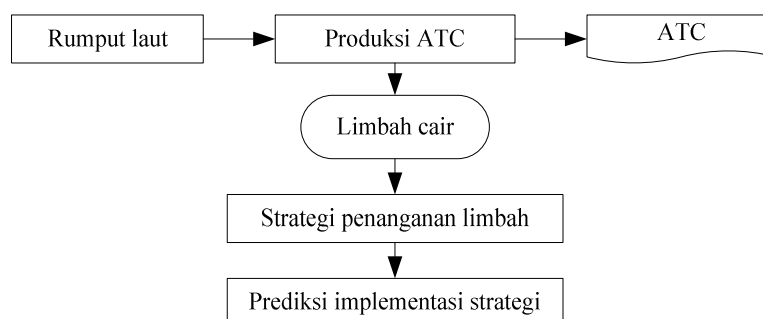
Kerangka Pemikiran

Industri ATC merupakan industri yang strategis sebagai pemberi nilai tambah rumput laut penghasil karaginan (*Eucheuma cottonii*). Permasalahan yang timbul dalam pengembangan industri ini adalah jumlah limbah cair yang sangat besar yang dihasilkan pada proses pembuatan ATC yang mempunyai dampak tidak baik bagi lingkungan karena berpotensi menimbulkan pencemaran.

Untuk mendorong pengembangan industri ATC secara berkelanjutan, maka perlu disusun alternatif strategi yang tepat untuk menangani permasalahan limbah tersebut. Strategi yang terpilih akan digunakan untuk memprediksi sampai sejauh mana strategi tersebut dapat secara efektif dan efisien untuk menangani jumlah limbah yang ada.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam 2 (dua) tahapan. *Pertama*, perumusan strategi penanganan limbah ATC. Tahapan ini bertujuan untuk menentukan prioritas strategi untuk menangani limbah berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan. *Kedua*, memprediksi kinerja strategi terpilih dalam mengurangi potensi pencemaran lingkungan. Tahapan ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi dan efektifitas penerapan strategi yang dianggap paling tepat berdasarkan hasil rumusan strategi pada tahap pertama.



Gambar 1. Kerangka pemikiran

Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari diskusi dan wawancara mendalam dengan pakar baik secara terstruktur maupun tidak terstruktur, serta dari observasi secara langsung kepada pelaku usaha industri rumput laut. Data sekunder diperoleh dari studi pustaka dalam rangka memperoleh landasan teoritis dan data penunjang yang berkaitan dengan materi penelitian.

Pakar yang dilibatkan dalam penelitian memiliki keahlian di bidang teknik dan manajemen agroindustri rumput laut, baik dari kalangan praktisi, akademisi, maupun pelaku usaha. Untuk melengkapi kebutuhan data penelitian, dilakukan pengumpulan data penunjang lainnya berupa data statistik dalam angka, laporan hasil penelitian terkait, jurnal, buletin, internet, dan sebagainya.

Metode Pengolahan Data

Metode yang digunakan untuk merumuskan alternatif strategi penanganan limbah pengolahan ATC adalah metode *analytical hierarchy process* (AHP) yang dikembangkan oleh Saaty (1988). Penetapan alternatif strategi dan kriteria yang digunakan didasarkan pada studi pustaka dan justifikasi pendapat pakar. Untuk memprediksi dan menganalisis efisiensi dan efektifitas penerapan strategi yang dianggap paling tepat, maka digunakan metode heuristik. Pada algoritma heuristik dikembangkan pendekatan-pendekatan yang lebih mudah, cepat dan mempunyai perkiraan yang baik (*goodness approximation*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Strategi Penanganan Limbah

Sebagai langkah awal dalam perumusan strategi penanganan limbah ATC adalah menentukan beberapa alternatif strategi yang dianggap dapat diaplikasikan. Berdasarkan kajian literatur dan diskusi dengan pakar, alternatif strategi penanganan limbah yang dapat dilakukan meliputi:

1. Peningkatan nilai tambah limbah menjadi produk yang mempunyai nilai ekonomis. Limbah cair ATC yang banyak mengandung alkali jika diproses lebih

lanjut akan memberikan nilai tambah dengan dihasilkannya produk berupa pupuk yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

2. Pemanfaatan kembali air limbah. Proses pengolahan ATC membutuhkan banyak air, sehingga limbah cair yang dihasilkan sangat besar. Pendaaur-ulangan limbah cair akan mengefisienkan penggunaan air sekaligus mengurangi masalah pencemaran lingkungan.
3. Peningkatan kinerja IPAL. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) perlu dikelola dengan baik agar dapat beroperasi secara optimum. Untuk mencapai kondisi tersebut diperlukan beberapa perangkat manajemen dan pembiayaan seperti kelembagaan pengelola IPAL, sumberdaya manusia yang memadai, dan dukungan pembiayaan untuk perawatan IPAL.

Untuk memilih strategi yang dianggap paling tepat yang menjadi prioritas dalam menangani permasalahan limbah pengolahan ATC, maka perlu ditetapkan kriteria-kriteria yang relevan. Kriteria-kriteria yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kelayakan teknologi, yaitu teknologi yang dapat dikembangkan terkait dengan desain, proses, keandalan, kemudahan penggunaan, serta harus dapat dioperasikan dan dipelihara oleh pihak industri. Kriteria ini dianggap layak jika faktor-faktor teknologi tersebut dipenuhi.
2. Kelayakan ekonomi, yaitu harus layak secara ekonomi dalam pembangunan (konstruksi), operasional, dan pemeliharaannya. Kriteria ini dianggap layak jika investasi untuk permodalan dan biaya operasi mencapai taraf yang paling efisien.
3. Kelayakan lingkungan, yaitu harus dapat menurunkan pencemaran dalam air limbah ke tingkat yang sesuai atau lebih rendah dari baku mutu yang ditetapkan. Kriteria ini dianggap layak jika potensi pencemaran lingkungan mempunyai resiko yang paling minimal.

Setelah alternatif dan kriteria dalam menetapkan penanganan limbah industri ATC teridentifikasi, maka langkah selanjutnya

adalah melakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) antar kriteria serta alternatif terhadap setiap kriteria. Proses penilaian perbandingan dilakukan oleh pakar. Untuk mengetahui konsistensi jawaban pakar yang akan berpengaruh kepada kesahihan hasil, maka dilakukan perhitungan nilai rasio konsistensi (*Consistency Ratio/CR*).

Model matematik yang digunakan dalam metode AHP adalah sebagai berikut (Marimin 2004):

- a. Perhitungan vektor eigen pada setiap hirarki

$$eVP_1 = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \prod_{j=1}^n a_{ij}}$$

Keterangan:

eVP_i = elemen vektor prioritas ke- i
 a_{ij} = penilaian berpasangan elemen ke- i terhadap elemen ke- j

- b. Perhitungan nilai eigen maksimum (λ_{max})

$$VA = a_{ij} \times VP \text{ dengan } VA = (V_{ai})$$

$$VB = VA/VP \text{ dengan } VB = (V_{bi})$$

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij}$$

Keterangan:

$VA = VB =$ Vektor antara
 Vb_i untuk $i = 1, 2, \dots, n$

- c. Perhitungan nilai CI dan CR

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Keterangan:

CI = Consistency Index
 CR = Consistency Ratio
 RI = Random Index

- d. Pengolahan vertikal

$$NP_{pq} = \sum_{t=1}^s NPH_{pq}(t, q-1) \times NPT_t(q-1)$$

Keterangan:

NP_{pq} = nilai prioritas pengaruh elemen ke- p pada tingkat ke- q terhadap sasaran utama

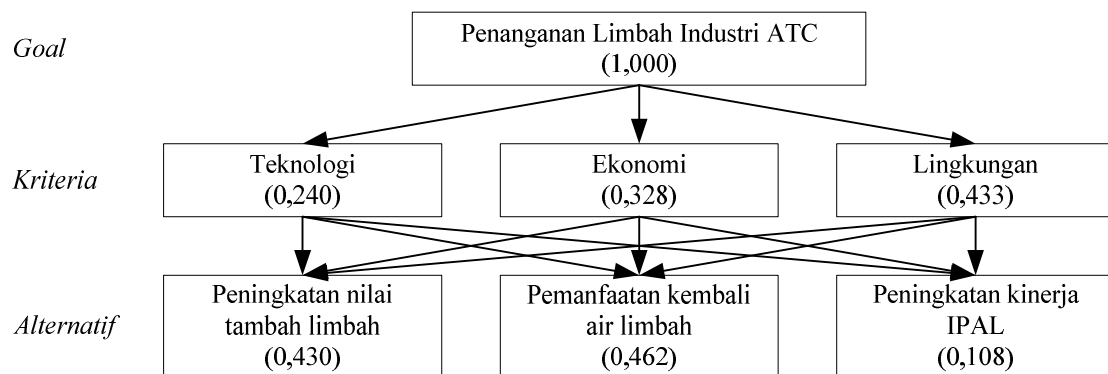
NPH_{pq} = nilai prioritas elemen ke- p pada tingkat ke- q

NPT_t = nilai prioritas pengaruh elemen ke- t pada tingkat ke- $q-1$

Berdasarkan hasil pengolahan data pendapat pakar, maka diperoleh struktur hirarki strategi penanganan limbah sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2. Struktur hirarki tersebut menunjukkan bahwa strategi memanfaatkan kembali air limbah yang digunakan untuk proses pencucian merupakan prioritas utama dalam penanganan limbah agroindustri ATC (bobot 0,462). Alternatif ini dipilih dengan pertimbangan kemudahan teknologi yang digunakan serta mempunyai resiko pencemaran lingkungan yang minimal.

Alternatif kedua yang dapat dipertimbangkan untuk dipilih adalah upaya peningkatan nilai tambah limbah dalam menangani permasalahan limbah dalam industri ATC (bobot 0,430). Faktor utama yang menyebabkan alternatif peningkatan nilai tambah limbah terpilih adalah penggunaan biaya dan investasi yang lebih efisien jika dibandingkan dengan alternatif-alternatif lainnya.

Alternatif ketiga, yaitu optimasi peningkatan kinerja IPAL, ternyata belum menjadi prioritas untuk dipilih terkait dengan biaya investasi, operasional maupun perawatannya yang lebih mahal (bobot 0,108). Pemilihan proses dan sistem yang tidak tepat atau disain IPAL yang salah akan menimbulkan berbagai persoalan, misalnya sistem tidak bisa bekerja secara optimal, hasil olahan tidak sesuai dengan yang diharapkan, serta sulit dalam pengendalian dan operasionalnya.



Gambar 2 Struktur hirarki penanganan limbah ATC.

Prediksi Kinerja Strategi

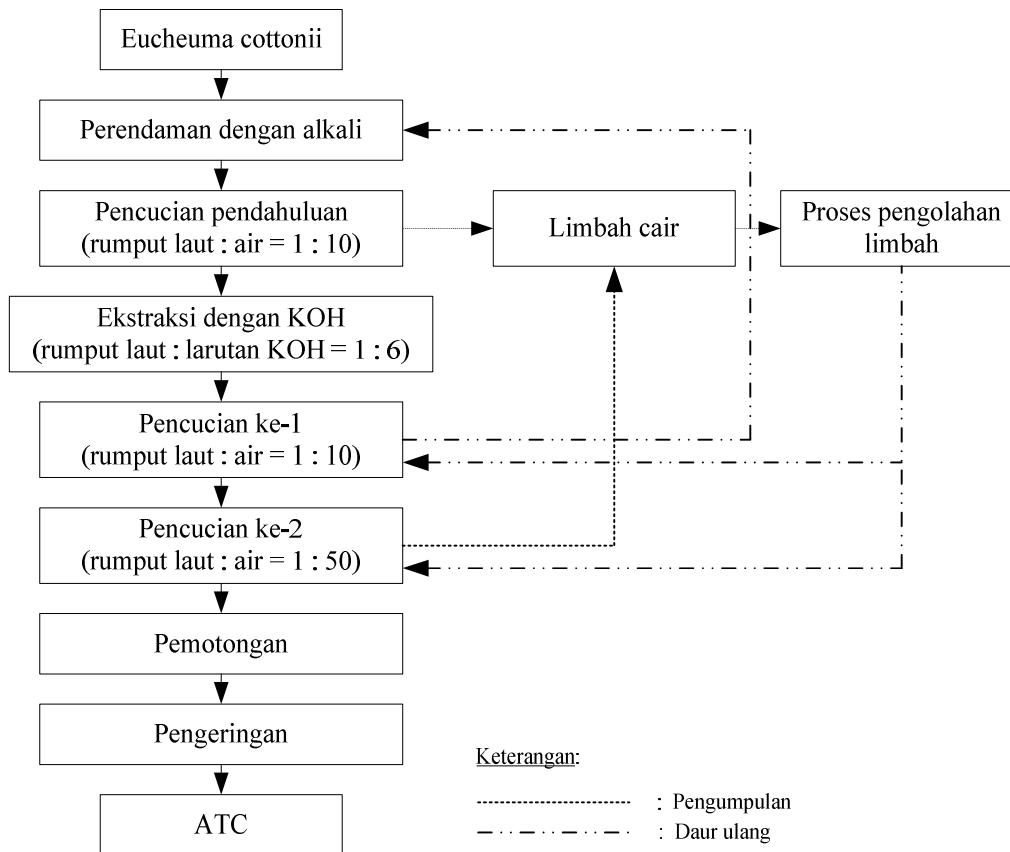
Hasil formulasi strategi menunjukkan bahwa strategi yang dianggap paling tepat untuk menangani permasalahan limbah industri ATC adalah strategi pemanfaatan kembali air limbah. Oleh karena itu, prediksi kinerja strategi difokuskan pada pemanfaatan kembali air limbah melalui proses daur ulang untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air.

Efisiensi penggunaan air dihitung berdasarkan jumlah air pencucian rumput yang berhasil didaur ulang. Pada proses pembuatan ATC, perbandingan antara bahan baku (rumput laut kering) dengan air pada tahap pencucian sangat besar. Air yang berhasil didaur ulang dari limbah cucian ini dapat digunakan kembali untuk proses pencucian rumput laut selanjutnya.

Untuk menghitung efisiensi penggunaan air melalui proses daur ulang limbah cair ATC, asumsi-asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Kapasitas produksi ATC sebesar 1.575 kg/hari
- Kebutuhan rumput laut sebesar 5.250 kg/hari dengan rendemen ATC 30%.
- Siklus pemakaian air daur ulang yaitu hari ke-1 seluruhnya menggunakan air bersih, selanjutnya hari ke-2 hingga ke-6 menggunakan air daur ulang dengan penambahan air bersih yang baru, demikian seterusnya.
- Air daur ulang dapat digunakan sebanyak 5 kali proses untuk pengolahan ATC berikutnya.
- Efisiensi jumlah air bersih yang dihasilkan dari proses daur ulang adalah 85% dari jumlah limbah yang diolah.

Kinerja daur ulang limbah cair industri ATC pada penelitian ini menggunakan teknik koagulasi dan filtrasi yang dikembangkan oleh Sedayu *et al.* (2007). Alur proses pengolahan ATC dan daur ulang limbah cair dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pengolahan ATC dan daur ulang limbah.

Tabel 1. Penggunaan air dalam proses produksi ATC

No.	Uraian	Satuan	Jumlah
1.	Air bersih yang digunakan hari ke-1	m ³	367,50
2.	Air daur ulang yang digunakan hari ke-2 s/d ke-6	m ³	1.338,75
3.	Penambahan air bersih hari ke-2 s/d ke-6	m ³	498,75
4.	Total penggunaan air hari ke-1 s/d ke-6	m ³	2.205,00
5.	Efisiensi penggunaan air	%	60,71

Model matematik yang digunakan untuk memprediksi kinerja lingkungan adalah sebagai berikut:

a. Kebutuhan air proses

$$KAP_t = (PP + PN_1 + PN_2) \times JH_t$$

Keterangan:

- KAP_t = kebutuhan air proses selama t hari (liter)
- PP = jumlah air untuk pencucian pendahuluan (liter/hari)
- PN₁ = jumlah air untuk pencucian pada penetralan ke-1 (liter/hari)
- PN₂ = jumlah air untuk pencucian pada penetralan ke-2 (liter/hari)

b. Air daur ulang

$$ADU_t = (PP + PN_2) \times FK \times JH_t$$

Keterangan:

- ADU_t = jumlah air limbah yang berhasil didaur ulang selama t hari (liter)
- PP = jumlah air untuk pencucian pendahuluan (liter/hari)
- FK = faktor konversi efisiensi proses daur ulang
- PN₂ = jumlah air untuk pencucian pada penetralan ke-2 (liter/hari)

JH_t = jumlah t hari proses pengolahan (hari)

c. Penambahan air proses

$$PAP_t = KAP_t - ADU_t - KAP_1$$

Keterangan:

PAP = penambahan air bersih untuk proses selama t hari (liter)

KAP_t = kebutuhan air proses selama t hari (liter)

ADU_t = jumlah air limbah yang berhasil didaur ulang selama t hari (liter)

KAP_1 = kebutuhan air proses hari ke-1 (liter)

d. Efisiensi penggunaan air

$$EPA_t = \frac{ADU_t}{KAP_t} \times 100\%$$

Keterangan:

EPA_t = efisiensi penggunaan air selama t hari (%)

ADU_t = jumlah air limbah yang berhasil didaur ulang selama t hari (liter)

KAP_t = kebutuhan air proses selama t hari (liter)

Ikhtisar hasil penggunaan air olahan dari proses daur ulang dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tabel dapat dilihat bahwa jumlah air olahan yang dapat digunakan kembali hingga hari ke-6 mencapai 1.338,75 m³. Jika tidak menggunakan air daur ulang, maka kebutuhan air untuk proses pengolahan ATC mencapai 2.205,00 m³ selama 6 hari. Hasil ini menunjukkan bahwa efisiensi penggunaan air melalui proses daur ulang mencapai 60,71%. Dalam setahun, air yang dapat dihemat bisa mencapai 69.615 m³.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penanganan limbah ATC tidak hanya bertumpu pada pemanfaatan IPAL, namun juga pada upaya untuk melakukan efisiensi dalam pemakaian air dan peningkatan nilai tambah. Upaya mendaur ulang limbah cair akan jauh lebih bermanfaat jika industri

mengalami keterbatasan dalam penyediaan air, termasuk semakin meningkatnya harga air.

DAFTAR PUSTAKA

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.

Dakay BU. 2008. *Developing Partnership Between The Philippines and Indonesia in The Seaweed Industry*. Seaweed Industry Association of The Philippines.

[DKP] Departemen Kelautan dan Perikanan. 2006. *Program Revitalisasi Perikanan Bidang Pengolahan dan Pemasaran*. Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perikanan Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.

Marimin. 2004. *Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. Jakarta: Gramedia Widiasarana.

Saaty TL. 1988. *Decision Making for Leaders: The Analytical Hierarchy Process for Decision in Complex World*. Pittsburg: RWS Publications.

Sedayu BB, Basmal J, Fithriani D. 2007. Uji Coba Proses Daur Ulang Limbah Cair ATC (*Alkali Treated Cottonii*) dengan Teknik Koagulasi dan Filtrasi. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* Vol. 2 No. 2, Desember 2007: 107-115.

Zulham A, Purnomo AH, Apriliani T, Hikmayani. 2007. Assessment Klaster Perikanan: Studi Pengembangan Klaster Rumput Laut Kabupaten Sumenep. *Jurnal Kebijakan dan Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*. Vol 2 No. 2, Desember 2007, 177-193.