

## UJI COBA PROSES DAUR ULANG LIMBAH CAIR ATC (*Alkali Treated Cottonii*) DENGAN TEKNIK KOAGULASI DAN FILTRASI

Bakti Berlyanto Sedayu, Jamal Basmal dan Diini Fithriani<sup>7)</sup>

### ABSTRAK

Industri pengolahan *alkali treated cottonii* (ATC) menghasilkan limbah cair yang sangat besar. Pendaur ulangan limbah cair akan mengefisienkan penggunaan air untuk pengolahan sekaligus mengurangi masalah pencemaran lingkungan. Untuk itu dilakukan uji coba proses daur ulang limbah cair ATC menggunakan alat yang dirancang oleh Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan yang berkapasitas 360 liter/jam. Pengolahan limbah cair dilakukan dengan teknik koagulasi dan filtrasi. Proses koagulasi dilakukan dengan penambahan bahan koagulan tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ) dan flokulan blok di dalam tangki koagulasi, sedangkan filtrasi dilakukan dengan melewati limbah melalui kolom zeolit-arang aktif dan filter selulosa asetat. Pengamatan dilakukan terhadap limbah cair dan air hasil olahan yang meliputi total padatan terlarut (*Total Dissolved Solids/TDS*), total padatan anorganik terlarut (*Total Inorganic Dissolved Solids/TIDS*), *Biological Oxygen Demand* (BOD), pH, kekeruhan, bau, dan warna limbah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair ATC dapat menurunkan jumlah TDS, TIDS dan BOD hingga 56,60%, 32,29%, dan 60,66%, meskipun kemampuan alat filtrasi menggunakan kolom zeolit-arang aktif menurun seiring dengan banyaknya proses daur ulang yang dilakukan. Berdasarkan hasil analisis didapatkan juga bahwa proses daur ulang limbah cair ATC mampu menurunkan nilai pH, kekeruhan, bau, dan warna limbah. Dengan pengolahan tersebut limbah cair dapat didaur ulang hingga 5 kali untuk proses pengolahan ATC berikutnya.

**ABSTRACT:** *Trial test of alkali treated cottonii (ATC) liquid waste recycling by coagulation and filtration technique. By: Bakti Berlyanto Sedayu, Jamal Basmal and Diini Fithriani*

*Alkali treated cottonii (ATC) industries produce a huge amount of liquid waste. Recycling of the liquid waste will make efficient in the use of processing water and reduce the negative impact to the environment. A trial test on the use of ATC liquid waste recycling using apparatus at 360 L/hr in capacity designed by Research Centre for Marine and Fisheries Product Processing and Biotechnology was conducted. Liquid waste treatment was conducted by coagulation and filtration technique. The coagulation was performed in coagulation tank in which alum ( $Al_2(SO_4)_3$ ) and flocculants block were added as coagulants, and the filtration was conducted by passing the liquid waste through zeolit-activated carbon column and cellulose acetate filter. The liquid waste treatment was proven to be able to reduce the total dissolved solids (TDS), total inorganic dissolved solids (TIDS) and biological oxygen demand (BOD) of the liquid waste to 56.60%, 32.29% and 60.66%, respectively. However it was found that the performance of the liquid waste treatment apparatus decreased proportionally with the times of recycling. It was also found that liquid waste treatment could reduce pH, turbidity, odor, and color of the liquid waste. By the treatment, liquid waste could be recycled for five subsequent cycles of further ATC processing.*

**KEYWORDS:** *liquid waste treatment, alkali treated cottonii (ATC)*

### PENDAHULUAN

Sejak dicanangkannya revitalisasi pembangunan kelautan di Indonesia, industri pengolahan rumput laut berkembang dengan sangat pesat. Orientasi pemanfaatan rumput laut sebagai komoditas ekspor dalam bentuk *raw material* kini mulai bergeser menjadi produk semi jadi yang memiliki nilai tambah tinggi. Salah satu industri yang paling berkembang dengan *bloomingnya* budidaya rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* di Indonesia adalah industri pengolahan

*alkali treated cottonii* (ATC), yaitu suatu produk semi jadi yang berasal dari proses pengolahan rumput laut merah yang umumnya digunakan sebagai bahan pembentuk gel (*gelling agents*), penstabil, atau pengatur keseimbangan yang banyak digunakan dalam industri pangan maupun non pangan.

Di sisi lain, dengan berkembangnya industri pengolahan rumput laut timbul permasalahan baru yaitu dihasilkannya limbah sisa olahan yang sangat besar termasuk limbah cair. Limbah cair ATC memiliki

<sup>7)</sup> Peneliti pada Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan

ciri alkalinitas yang tinggi, berwarna kecoklatan, memiliki padatan terlarut yang tinggi dan bersifat koloid yang disebabkan oleh banyaknya senyawa organik, serta ion-ion dari senyawa KOH (alkali) serta pengotor lainnya. Kandungan senyawa organik dan partikel terlarut terutama berasal dari komponen polisakarida, sedangkan senyawa lainnya termasuk protein membentuk larutan yang bersifat koloid sehingga sukar untuk dipisahkan (Bixler & Johndro, 2000). Limbah cair dengan kekeruhan yang disebabkan oleh partikel koloid tidak dapat dijernihkan tanpa perlakuan khusus.

Pada proses pembuatan ATC, perbandingan antara bahan baku dengan air pada tahap netralisasi (setelah ekstraksi alkali rumput laut) mencapai 1 : 40 (w/v) sehingga limbah cair yang dihasilkan sangat besar. Hal ini menimbulkan permasalahan yang serius terhadap pencemaran lingkungan, karena limbah cair yang dihasilkan dari proses pengolahan ATC memiliki karakteristik alkalinitas yang tinggi dengan pH berkisar antara 12–13, memiliki kandungan organik serta padatan terlarut yang tinggi. Pembuangan limbah ke lingkungan tanpa melalui proses penanganan yang baik akan mengancam kelestarian ekosistem yang berada di sekitarnya. Namun hingga saat ini, di Indonesia belum ada sistem pengolahan khusus untuk menangani limbah cair ATC tersebut, sehingga penelitian mengenai alat dan teknik pengolahan untuk mendaur limbah cair pengolahan ATC sangat diperlukan.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji coba pengolahan limbah cair ATC menggunakan alat hasil rekayasa Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, yang dirancang dalam skala semi pilot dengan kapasitas 360 liter/jam. Uji coba dilakukan untuk melihat hasil pengolahan limbah cair ATC apakah cukup aman bagi lingkungan, serta dapat dimanfaatkan kembali untuk produksi ATC berikutnya. Pengolahan limbah pada penelitian ini dilakukan dengan teknik koagulasi dan filtrasi dengan menggunakan tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ) dan flokulan blok sebagai bahan koagulan, serta zeolit, arang aktif, dan membran selulosa asetat sebagai filter.

Aluminium sulfat merupakan bahan yang umum digunakan sebagai koagulan pada penjernihan air, bekerja efektif pada kisaran pH 5,0–7,5 (Peavy *et al.*, 1986). Menurut Eckenfelder (1989), koagulasi adalah proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan bahan cemar yang tersuspensi atau dalam bentuk koloid. Partikel-partikel koloid ini tidak dapat mengendap sendiri dan sulit ditangani oleh perlakuan fisik. Melalui proses koagulasi, kekokohan partikel koloid ditiadakan sehingga terbentuk gumpalan-gumpalan lembut yang kemudian dapat disatukan melalui proses flokulasi. Adapun filtrasi adalah proses

penapisan yang merupakan proses awal sebuah instalasi pengolahan air untuk memisahkan benda-benda berdiameter lebih dari 23 mm (Alimuddin, 2002).

Penggunaan zeolit alam sebagai adsorben untuk adsorpsi padatan terlarut dalam limbah cair telah banyak dilakukan, karena selain memenuhi syarat sebagai adsorben juga murah harganya dan mudah didapat (Amri *et al.*, 2004). Zeolit alam merupakan senyawa alumino silikat terhidrasi, dengan unsur utama yang terdiri dari kation alkali dan alkali tanah. Senyawa ini berstruktur tiga dimensi dan mempunyai pori yang dapat diisi oleh molekul air. Mineral zeolit yang paling umum dijumpai adalah klinoptirotit, yang mempunyai rumus kimia  $(Na_3K_3)(Al_6Si_{30}O_{72}) \cdot 24H_2O$ . Ion  $Na^+$  dan  $K^+$  merupakan kation yang dapat dipertukarkan, sedangkan atom Al dan Si merupakan struktur kation dan oksigen yang akan membentuk struktur tetrahedron pada zeolit. Molekul-molekul air yang terdapat dalam zeolit merupakan molekul yang mudah lepas. Zeolit terdapat di beberapa daerah di Indonesia yang diperkirakan mempunyai cadangan zeolit sangat besar dan berpotensi untuk dikembangkan, yaitu Jawa Barat dan Lampung (<http://www.tekmira.esdm.go.id>).

## BAHAN DAN METODE

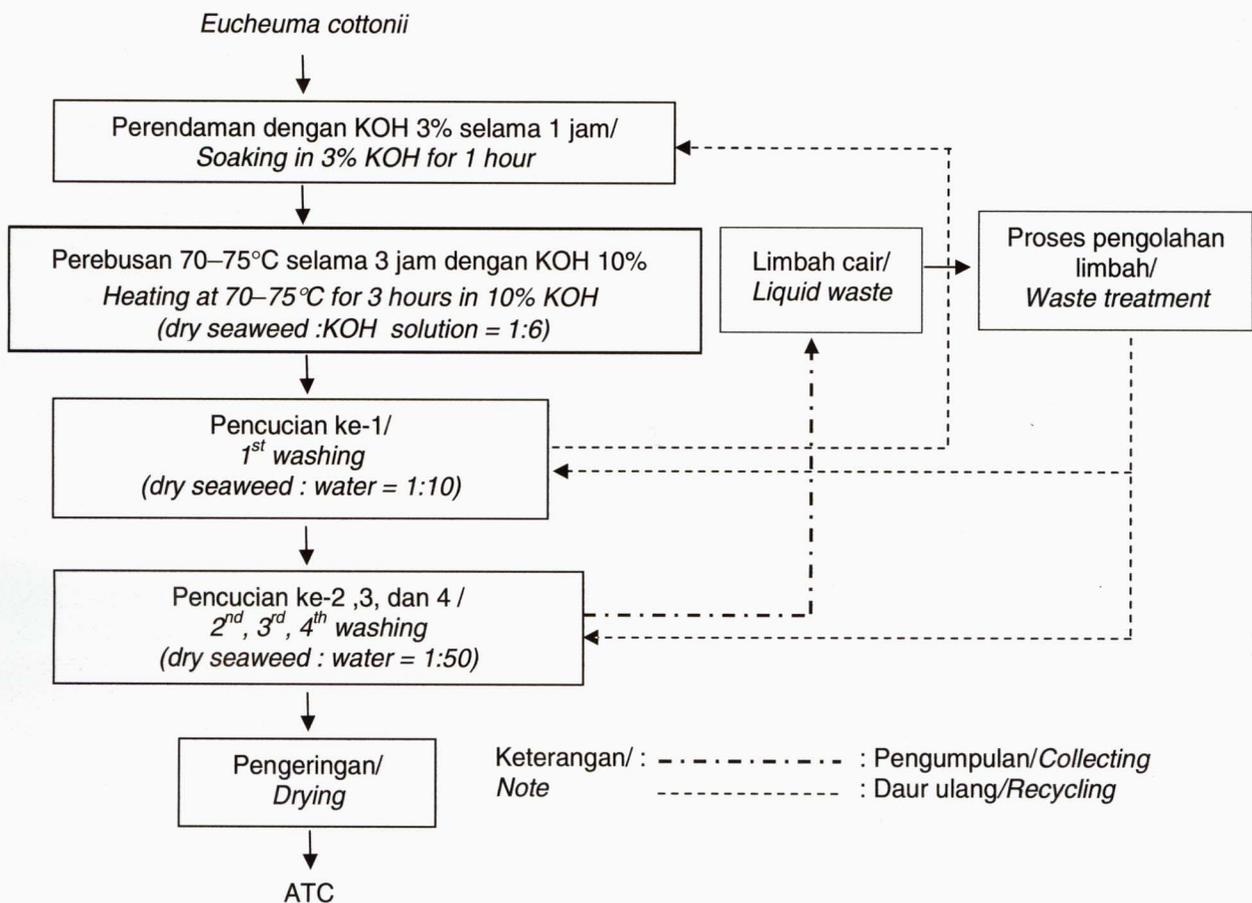
### Bahan dan Alat

Limbah cair yang didaur ulang dalam penelitian ini adalah limbah cair hasil pengolahan ATC. Bahan-bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah: tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ), zeolit, arang aktif, flokulan blok, dan bahan kimia yang digunakan untuk analisis di laboratorium.

Alat-alat yang diperlukan adalah alat pengolah limbah cair pengolahan rumput laut hasil rekayasa Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan (Gambar 2), drum plastik volume 130 L, jerigen plastik volume 5 L, pompa air, cawan porselin, mikro pipet, oven, kertas saring, tungku pengabuan (*furnace*), neflometer, dan kolorimeter.

### Metode

Untuk memperoleh limbah dengan karakteristik yang terkontrol, limbah cair disiapkan melalui pengolahan rumput laut menjadi ATC terlebih dahulu. Rumput laut yang berasal dari Sumenep, Madura direndam atau dicuci selama satu jam dengan larutan KOH 3% untuk menghilangkan garam dan kotoran lainnya yang menempel pada rumput laut. Setelah dicuci rumput laut direbus dengan larutan KOH 10% pada suhu 70–75°C selama tiga jam. Setelah direbus larutan KOH rumput laut dicuci kembali menggunakan air bersih hingga pH menjadi 9–10 sebanyak 4 kali.



Gambar 1. Alur proses pengolahan ATC dan daur ulang limbah cair.  
Figure 1. ATC processing steps and liquid waste recycling.

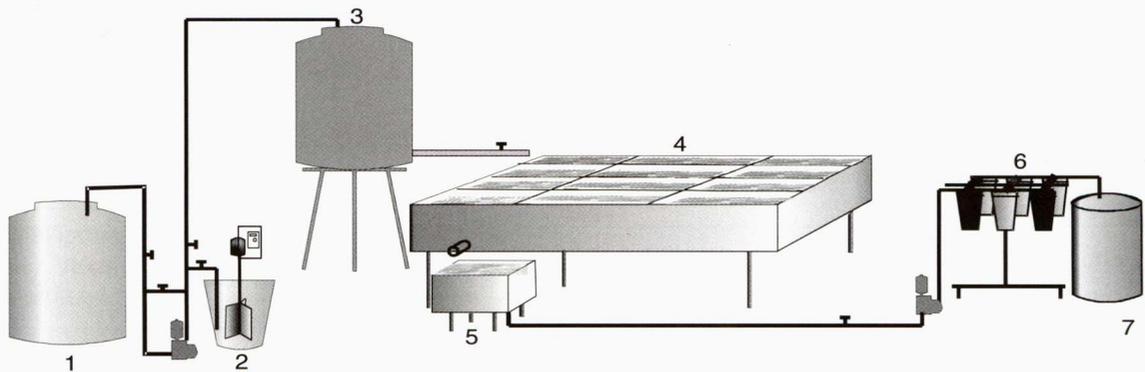
Pencucian pertama dilakukan dengan perbandingan rumput laut dengan air 1:10, air pencucian pertama ditampung untuk digunakan bagi perendaman rumput laut pada siklus pembuatan ATC berikutnya. Sedangkan air dari pencucian ke-2, ke-3, dan ke-4 (dengan perbandingan rumput laut dengan air 1:50) dikumpulkan untuk diolah dan selanjutnya didaur ulang sebagai air pencucian ke-1, ke-2, ke-3 dan ke-4 dari rumput laut yang telah direbus dengan KOH 10% pada siklus proses pembuatan ATC berikutnya (Gambar 1).

Limbah cair yang dihasilkan dari proses pencucian ke-2, ke-3, dan ke-4 setelah perebusan rumput laut ditampung dalam tangki penampung kemudian dialirkan ke dalam tangki koagulasi. Proses koagulasi dilakukan dengan menambahkan tawas sebesar 0,10–0,25% (w/v) hingga pH limbah turun menjadi 6,0–7,5 sambil dilakukan pengadukan cepat yaitu 55 rpm selama 10 menit lalu dilakukan pengadukan lambat 20 rpm selama 5 menit dan diendapkan selama 20 menit. Setelah mengendap, ditambahkan flokulan blok sebesar 20 ppm dan dilakukan pengadukan 55 rpm selama 5 menit setelah itu diendapkan semalam ( $\pm$  15 jam). Cairan yang jernih dialirkan ke dalam tangki

penampung dengan menggunakan pompa, kemudian dialirkan secara gravitasi ke dalam filter zeolit dan arang aktif dengan kecepatan alir 6 liter/menit. Air yang tersaring ditampung pada tangki penampung dan dialirkan melalui serangkaian filter selulosa asetat yang terdiri dari tiga unit yang berukuran berturut-turut 10, 5 dan 1 mm, kemudian ditampung pada tangki penampungan. Selanjutnya air hasil olahan didaur ulang kembali untuk mencuci rumput laut setelah proses perebusan pada siklus pengolahan berikutnya. Proses daur ulang limbah dilakukan sebanyak 5 kali dengan ulangan sebanyak dua kali.

Analisis yang dilakukan terhadap air hasil pengolahan limbah cair meliputi : uji padatan terlarut/ *Total Dissolved Solids* (TDS), partikel terlarut anorganik (*Total Inorganic Dissolved Solids* /TIDS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Dissolved Oxygen* (DO), alkalinitas, kandungan besi, kandungan mangan dan kandungan senyawa organik.

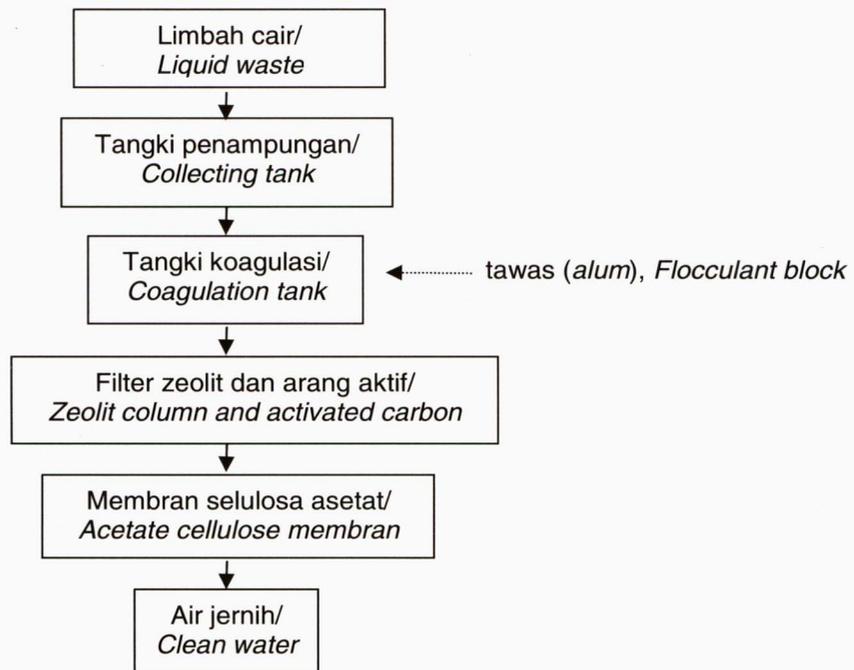
Uji TDS dilakukan dengan cara menyaring sampel dengan kertas saring, dan cairan yang lolos dikeringkan menggunakan cawan porselin pada suhu 105 °C. Setelah itu dihitung bobot endapan serta koloid



Keterangan/Note :

1. Tangki penampung limbah cair/Liquid waste collecting tank (1000 L)
2. Tangki koagulasi/Coagulation tank (180 L)
3. Tangki penampung/Collecting tank (1000 L)
4. Filter zeolit – arang aktif/Zeolit – activated carbon filter
5. Bak penampung/Collecting tank (120 L)
6. Filter selulosa asetat/Cellulose acetate filter (10, 5 dan 1mm )
7. Tangki penampungan air bersih/Treated water collecting tank (180 L)

Gambar 2. Alat pengolah limbah cair pengolahan rumput laut.  
Figure 2. Seaweed processing liquid waste treatment apparatus.



Gambar 3. Alur proses pengolahan limbah cair pembuatan ATC.  
Figure 3. Flow diagram of ATC liquid waste treatment.

yang tertinggal dalam cawan (Alaerts & Santika, 1984). Sedangkan uji TIDS merupakan lanjutan dari analisis TDS, namun cawan akhir diabukan dengan furnace pada suhu 650°C (Alaerts & Santika, 1984). Adapun uji DO dan BOD dilakukan dengan menggunakan metode titrasi Winkler (Alaerts & Santika, 1984).

## HASIL DAN BAHASAN

### Sifat Fisika dan Kimia

Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri, dan untuk mendesain sistem-sistem

Tabel 1. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologis (BOD) limbah cair selama proses pengolahan  
 Table 1. Dissolved oxygen (DO) and biological dissolved oxygen (BOD) value during waste water treatment

Sampel/Sample	DO (ppm)	BOD (ppm)
Limbah awal (kontrol)/ <i>Initial waste (control)</i>	7.24	6.10
Air olahan daur ulang ke-1/ <i>Treated water from the 1<sup>st</sup> recycling</i>	4.47	2.40
Air olahan daur ulang ke-2/ <i>Treated water from the 2<sup>nd</sup> recycling</i>	5.04	2.52
Air olahan daur ulang ke-3/ <i>Treated water from the 3<sup>rd</sup> recycling</i>	5.08	1.99
Air olahan daur ulang ke-4/ <i>Treated water from the 4<sup>th</sup> recycling</i>	6.87	2.86
Air olahan daur ulang ke-5/ <i>Treated water from the 5<sup>th</sup> recycling</i>	6.15	3.05

pengolahan biologis bagi air yang tercemar. Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, kalau suatu badan air dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses oksidasi tersebut yang bisa mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi anaerobik dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut.

Nilai DO dan BOD limbah hasil olahan yang dihasilkan hingga lima kali proses daur ulang berturut-turut berkisar antara 4,47–6,87 ppm dan 1,99–3,05 ppm. Pada siklus pertama penurunan DO dan BOD masing-masing mencapai 38,26% dan 60,66%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa air yang dihasilkan memenuhi persyaratan untuk air yang dapat dipergunakan untuk keperluan perikanan dan pertanian, yang disyaratkan mengandung DO lebih dari 3 ppm dan BOD kurang dari 20 ppm (Effendi, 1984).

Secara tidak langsung BOD merupakan gambaran kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbon dioksida dan air (Davis and Cornwell, 1991). BOD hanya menggambarkan bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*). Bahan organik ini dapat berupa lemak, protein, kanji, glukosa, aldehida, ester, dan sebagainya. Dekomposisi selulosa secara biologis berlangsung relatif lambat (Effendi, 1984).

Adanya oksigen terlarut dalam air sangat penting untuk menunjang kehidupan ikan dan organisme lainnya. Kemampuan air untuk membersihkan pencemaran secara alamiah banyak tergantung kepada cukup tidaknya kadar oksigen terlarut. Keadaan perairan dengan kadar oksigen sangat rendah sangat berbahaya bagi organisme akuatik.

Semakin rendah kadar oksigen terlarut semakin tinggi toksisitas (daya racun), sianida, hidrogen sulfida, dan ammonia. Perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan perikanan sebaiknya memiliki kadar oksigen tidak kurang dari 5 mg/liter. Kadar oksigen terlarut kurang dari 4 mg/liter menimbulkan efek yang kurang menguntungkan bagi semua organisme akuatik (Effendi, 1984).

Analisis zat padat yang berada dalam air sangat penting bagi penentuan komponen-komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta pengawasan proses-proses pengolahan dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan. Berdasarkan analisis padatan terlarut limbah cair ATC selama proses daur ulang didapatkan hasil seperti pada Tabel 2.

Berdasarkan data di atas dapat diketahui bahwa proses pengolahan limbah cair menggunakan peralatan daur ulang limbah mampu menurunkan nilai padatan terlarut hingga 56,6% dan padatan terlarut anorganik hingga 32,29%. Proses koagulasi dengan menggunakan tawas mampu menurunkan jumlah padatan terlarut terutama kandungan senyawa organik dalam limbah cair namun untuk jumlah padatan terlarut anorganik (TIDS), hasil analisis menunjukkan bahwa kelebihan penambahan tawas pada proses koagulasi menyebabkan meningkatnya jumlah TIDS limbah. Hal ini disebabkan oleh larutnya kembali ion-ion  $Al^{3+}$  dan juga terbentuknya garam-garam sulfat terlarut yang dihasilkan oleh hidrolisis tawas. Apabila terjadi adsorpsi kation yang berlebih dapat menyebabkan deflokulasi atau restabilisasi koloid kembali, karena adanya gaya tolak menolak antara muatan positif partikel (Novita, 2001).

Penurunan nilai total padatan terlarut limbah cair pada proses penyaringan pada filter zeolit-arang aktif

Tabel 2. Total padatan terlarut (ppm) pada proses daur ulang  
 Table 2. Total dissolved solids (ppm) during recycling process

Tahapan proses/ <i>Processing step</i>	Proses daur ulang/ <i>Recycling process</i>				
	1	2	3	4	5
Penampungan awal/ <i>Initial collection</i>	3975	3600	3625	3800	3200
Setelah koagulasi/ <i>After coagulation</i>	2824	2575	2550	2775	2975
Setelah melewati filter zeolit-arang aktif, filter selulosa asetat/ <i>After passing through zeolite-activated carbon column, and cellulose acetate filter</i>	1725	2500	2450	2475	2550

Tabel 3. Total padatan terlarut anorganik (ppm) pada proses daur ulang  
 Table 3. Total inorganic dissolved solids (ppm) during recycling process

Tahapan proses/ <i>Processing step</i>	Proses daur ulang/ <i>Recycling process</i>				
	1	2	3	4	5
Penampungan awal/ <i>Initial collection</i>	2400	2675	2400	2975	2350
Setelah koagulasi/ <i>After coagulation</i>	2725	2550	2425	2475	2550
Setelah melewati filter zeolit-arang aktif, filter selulosa asetat/ <i>After passing through zeolite-activated carbon column, and cellulose acetate filter</i>	1625	2075	2025	2050	2025

disertai juga dengan penurunan jumlah partikel terlarut anorganiknya. Hal ini menunjukkan kemampuan daya adsorpsi zeolit dalam mengikat garam-garam dan ion-ion terlarut dalam limbah cair. Ion-ion yang terlarut pada proses pembuatan ATC antara lain berasal dari perebusan KOH dan juga garam-garam atau mineral yang terkandung dari rumput laut dan pengotornya. Selama proses pengolahan limbah berlangsung, kemampuan filter zeolit semakin menurun seiring dengan banyaknya proses pengolahan limbah cair yang dilakukan. Semakin lama digunakan semakin jenuh karena tertutup oleh zat-zat padat yang terikat, sehingga kemampuan adsorben terhadap limbah cair menurun. Oleh sebab itu zeolit yang dipakai harus diganti atau diaktivasi kembali. Lama pakai dari mangan zeolit tergantung dari kualitas bahan baku dan jumlah air yang disaring (Said, 1999).

Efektivitas penghilangan atau penurunan kandungan senyawa organik dalam pengolahan air melalui koagulasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti : jumlah dan karakteristik senyawa organik awal, jenis dan konsentrasi koagulan yang digunakan, pH, kekuatan ionik dan temperatur (Korbutowicz, 2005). Hasil pengamatan terhadap pH, kekeruhan, warna dan bau terhadap air hasil olahan

limbah cair pengolahan ATC dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap limbah cair dan air hasil pengolahan didapatkan bahwa pengolahan limbah mampu menurunkan kekeruhan, warna dan bau limbah cair hasil pengolahan ATC. Air hasil pengolahan memiliki pH yang mendekati kisaran kondisi normal untuk pH perairan umum yaitu hingga proses daur ulang ke lima berkisar antara 6,3–7,5. Proses penurunan (penetralkan) pH limbah terjadi pada proses koagulasi dengan penambahan tawas. Ion  $Al^{3+}$  dari tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ) yang terhidrolisis dalam air akan mengikat senyawa  $OH^-$  dari air dan membentuk endapan  $Al(OH)_3$ , sehingga air menjadi kelebihan  $H^+$  dan kemudian berikatan dengan senyawa sulfat membentuk asam sulfat. Pembentukan asam sulfat tersebut menyebabkan turunya pH air.

Penurunan kandungan organik pada limbah terjadi pada tahap koagulasi oleh tawas dan filtrasi melalui zeolit dan arang aktif. Filter karbon aktif berfungsi menghilangkan polutan organik dan bau yang kurang sedap berdasarkan adsorpsi fisika-kimia. Selain itu, filter karbon aktif juga berfungsi sebagai penyaring kotoran-kotoran yang belum tersaring pada proses sebelumnya. Penurunan kekeruhan pada limbah cair

Tabel 4. Parameter fisik dan kimia limbah cair selama proses daur ulang  
 Table 4. Physico - chemical parameters of liquid waste during recycling process

Parameter/ Parameters	Limbah cair/ Liquid waste						
	Awal/ Initial	Setelah daur ulang ke-1/ After 1 <sup>st</sup> recycling process	Setelah daur ulang ke-2/ After 2 <sup>nd</sup> recycling process	Setelah daur ulang ke-3/ After 3 <sup>rd</sup> recycling process	Setelah daur ulang ke-4/ After 4 <sup>th</sup> recycling process	Setelah daur ulang ke-5/ After 5 <sup>th</sup> recycling process	Setelah daur ulang ke-6/ After 6 <sup>th</sup> recycling process
pH	12.3	7.1	6.8	7.5	6.3	6.7	6.5
Kekeruhan/ Turbidity (NTU)	63	4.2	1.9	3.2	3.1	3.9	3.5
Warna/Color (PtCo)	175	10	5	10	8	6	6
Bau/Odor	2 (berbau/ strong odor)	0 (tidak berbau/ odorless)	0 (tidak berbau/ odorless)	0 (tidak berbau/ odorless)	0 (tidak berbau/ odorless)	0 (tidak berbau/ odorless)	0 (tidak berbau/ odorless)

setelah pengolahan berhubungan erat dengan penurunan jumlah padatan terlarut yang terkandung pada limbah cair, karena faktor utama penyebab kekeruhan yaitu adanya bahan-bahan organik dan anorganik yang tersuspensi maupun terlarut serta partikel-partikel yang membentuk koloid dalam badan air (Davis & Cornwell, 1991).

Warna perairan ditimbulkan oleh adanya bahan organik dan bahan anorganik seperti keberadaan plankton, humus, dan ion-ion logam. Warna dapat diamati secara visual ataupun diukur berdasarkan skala platinum kobalt (dinyatakan dengan satuan PtCo), dengan membandingkan warna air sampel dan warna standar. Air yang memiliki nilai kekeruhan rendah biasanya memiliki nilai warna tampak dan warna sesungguhnya yang sama dengan standar (APHA, 1976). Intensitas warna cenderung meningkat dengan meningkatnya nilai pH (Sawyer & McCarty, 1978). Beragam zat yang menyebabkan kekeruhan pada air limbah tidak seluruhnya mengendap dalam larutan, seperti komponen pewarna, partikel-partikel tanah, dan organisme mikroskopik (Hammer, 1975). Warna air olahan hingga lima kali proses daur ulang limbah cair berkisar antara 5–10 PtCo, hal ini menunjukkan bahwa air hasil pengolahan yang dihasilkan memenuhi baku mutu standar untuk air buangan. Sebagai parameter umum kejernihan perairan, warna air disyaratkan tidak melebihi 15 PtCo, dan untuk sumber air untuk air minum sebaiknya memiliki nilai warna antara 5–50 PtCo (Effendi, 1984).

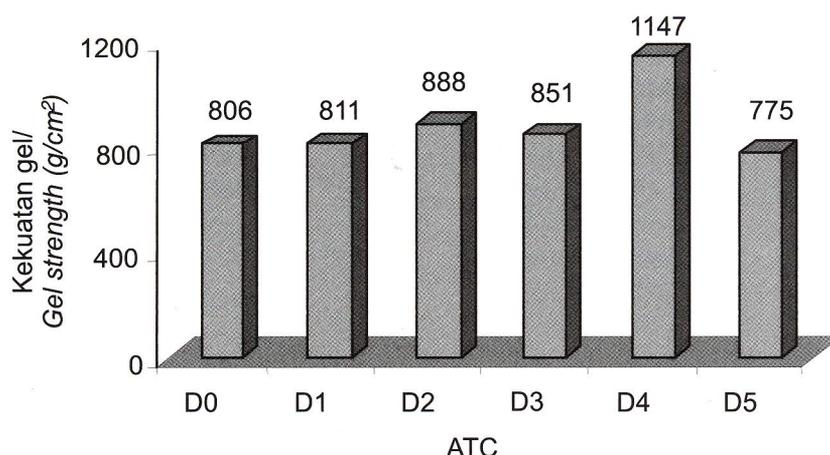
Penggunaan koagulan logam seperti aluminium dan garam-garam besi secara umum dapat

mendekolorisasi limbah cair yang mengandung melanoidin (Migo *et al.*, 1993). Warna air pada umumnya disebabkan oleh partikel koloid bermuatan negatif, sehingga penghilangan warna pada air dapat dilakukan dengan penambahan koagulan yang bermuatan positif, misalnya aluminium dan besi (Sawyer & McCarty, 1978).

#### Analisis Kualitas ATC dengan Menggunakan Air Hasil Daurlang

Air limbah pencucian ATC banyak mengandung ion K yang terbawa pada *thallus* rumput laut saat proses perebusan. Ion K tersebut memiliki peran dalam menambah kekuatan gel pada ATC. Oleh karena itu kekuatan gel merupakan parameter yang penting untuk diamati dalam proses pengolahan ATC yang menggunakan air yang berasal dari limbah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembuatan ATC menggunakan air hasil daur ulang tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kekuatan gel dari ATC yang dihasilkan (Gambar 4). Namun demikian pada penggunaan air hasil daur ulang ke-4 terlihat terjadi peningkatan kekuatan gel ATC. Hal ini mungkin disebabkan adanya senyawa ion K memiliki konsentrasi optimum dalam penambahan kekuatan gel ATC, sehingga pada konsentrasi yang melebihi batas optimum kekuatan gel akan menurun kembali.

Dari hasil uji kekuatan gel ATC yang dihasilkan, terlihat bahwa air hasil pengolahan limbah cair hingga lima kali proses daur ulang masih layak untuk digunakan kembali dalam proses pembuatan ATC berikutnya.



Keterangan/Note: D0 : ATC kontrol/Control ATC  
 D1 : ATC menggunakan air daur ulang ke-1/ATC using 1<sup>st</sup> recycled water  
 D2 : ATC menggunakan air daur ulang ke-2/ATC using 2<sup>nd</sup> recycled water  
 D3 : ATC menggunakan air daur ulang ke-3/ATC using 3<sup>rd</sup> recycled water  
 D4 : ATC menggunakan air daur ulang ke-4/ATC using 4<sup>th</sup> recycled water  
 D5 : ATC menggunakan air daur ulang ke-5/ATC using 5<sup>th</sup> recycled water

Gambar 4. Pengaruh penggunaan air hasil olahan limbah cair pada *gel strength* ATC.  
 Figure 4. Effect of the use of treated liquid waste on the *gel strength* of ATC.

## KESIMPULAN

1. Uji coba proses daur ulang limbah cair *alkali treated cottonii* (ATC) dengan teknik koagulasi dan filtrasi menggunakan alat hasil rekayasa Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan-Departemen Kelautan dan Perikanan terbukti dapat menurunkan jumlah padatan terlarut, alkalinitas serta kandungan senyawa organik pada limbah cair yang dihasilkan, sehingga air limbah olahan yang dihasilkan aman untuk dibuang ke perairan umum.
2. Proses pengolahan limbah cair tersebut di atas dapat menurunkan jumlah total padatan terlarut (TDS), total padatan anorganik terlarut (TIDS) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) berturut-turut hingga 56,60 %, 32,29%, dan 60,66%. Dari hasil pengamatan juga didapatkan bahwa pengolahan limbah cair ATC dapat menurunkan nilai pH, kekeruhan, warna dan bau dari limbah cair, sehingga air hasil pengolahan dapat didaur ulang untuk pengolahan ATC berikutnya. Namun kemampuan alat filtrasi menggunakan kolom zeolit-arang aktif menurun seiring dengan banyaknya daur ulang yang dilakukan. Sampai dengan lima kali proses daur ulang limbah cair menggunakan alat pendaur ulang didapatkan air hasil pengolahan yang aman untuk dibuang ke lingkungan atau masih dapat digunakan lagi untuk proses pembuatan ATC berikutnya.

3. Penggunaan air olahan untuk pembuatan ATC selanjutnya tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kualitas kekuatan gel ATC yang dihasilkan, sehingga air hasil daur ulang limbah cair layak untuk digunakan dalam proses pengolahan ATC berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya-Indonesia.
- Alimuddin. 2002. Optimasi pengolahan secara konvensional air sungai Karang Mumus dan pemanfaatan serbuk gergaji dalam pengolahannya. Fakultas Matematika dan IPA. Universitas Mulawarman. Samarinda. *Jurnal Ilmiah Mahakam*. 1(2): 32-44.
- Amri, A., Supranto, dan Fahrurrozi, M. 2004. Kesetimbangan adsorpsi opsional campuran biner Cd(II) dan Cr(III) dengan zeolit alam terimpregnasi 2-merkaptobenzotiazol. *Jurnal Natur Indonesia*. 6(2): 111-117.
- APHA (American Public Health Association). 1976. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 4<sup>th</sup> edition. American Public Health Association, Washington DC. 1193 pp.
- Bixler, H.J. and Johndro, K.D. 2000. Philippine natural grade or semi-refined carrageenan. In: Phillips, G.O and Williams, P.A. (eds.). *Handbook of Hydrocolloids*. CRC Pres. Cambridge England.

- Davis, M.L. and Cornwell, D.A. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*. Second edition. Mc-Graw-Hill, Inc., New York. 822 pp.
- Eckenfelder, W.W. 1989. *Industrial Water Pollution Control*. Second edition. Mc Graw Hill, New York. 159 pp.
- Effendi, H. 1984. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Hammer, M.J. 1975. Water and waste water technology. <http://www.tekmira.esdm.go.id/data/Zeolit/ulasan.asp?xdir=Zeolit&commId=33&comm=Zeolit> John Willey & Sons, Inc., New York.
- Novita, E. 2001. Optimasi proses koagulasi flokulasi pada limbah cair yang mengandung melanoidin. *Jurnal Ilmu Dasar*. 2(1): 61–67
- Peavy, H.S., Donald, R.R. and George, T. 1986. *Environmental Engineering*. Mc Graw-Hill Book Company. Singapore.
- Korbutowicz, M.K. 2005. Effect of al coagulant type on natural organic matter removal efficiency in coagulation/ultrafiltration process. *Elsevier Journal Desalination*. 185: 327–333.
- Migo, V.P., Matsumura, M., Rosario, E.J.D. and Kataoka, H. 1993. The effect of pH and calcium ions on destabilization of melanoidin. *J. of Fermentation Bioengineering*. 76(1): 29–32.
- Said, N.I. 1999. *Kesehatan Masyarakat dan Teknologi Peningkatan Kualitas Air*. Direktorat Teknologi Lingkungan. Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi, Material, dan Lingkungan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Sawyer, C.N. and McCarty, P.L. 1978. *Chemistry for Environmental Engineering*, Third edition. Mc. Graw-Hill Book Company, Tokyo. 532 pp.