

**STUDI PENENTUAN JENIS OUTLET LIMBAH CAIR KARET REMAH UNTUK
PERTUMBUHAN MIKROALGA DENGAN SISTEM OPEN PONDS**

[Study of determination the type of crumb rubber waste water outlet for the growth of
microalgae with open ponds system]

Tanto Pratondo Utomo*, Otik Nawansih, Anggun Komalasari

Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Email korespondensi: tanto.utomo@fp.unila.ac.id

Diterima : 23-04-2015

Disetujui : 26-08-2015

ABSTRACT

Waste water of crumb rubber industry is originated from coagulation, milling and leaching stage contains organic material that is derived from serum and rubber particles which haven't been coagulated yet. The materials are potential to pollute the water therefore the crumb rubber industry must be treated through the wastewater plant. However, the characteristics of waste water are predicted suitable for the cultivation of *Nannochloropsis sp.* media a biofuel feedstock, especially biodiesel that can be used as an energy source. The purpose of this study was to determine the kind of the outlet of the crumb rubber waste water suitable for growth microalgae with open ponds system. This study was conducted in two phases: the first is the characterization of wastewater. Waste water used is waste water crumb rubber derived from Facultative ponds II (F₂), an Aerobic I pond (Ae₁), and an Aerobic II pond (Ae₂) with a working volume of each 5 L as a three-stage treatment of growth *Nannochloropsis sp.* media. The second phase is the cultivation of *Nannochloropsis sp.* as much as 25% v / v of work. The observations those have been done are: microalgae density (OD), analysis of N-NH₃, N-total, P-PO₄, pH, temperature, content of Chemical Oxygen Demand (COD), Dissolved Oxygen (DO) and dried Yield acquisition. The optimum result of *Nannochloropsis sp.* growth is on waste water Facultative II pond media with density of cell is about 3.3×10^7 cells / mL. Moreover, it can degrade the organic matter content of waste water crumb rubber in the form of N-NH₃ reaches 98%, P-PO₄ 89%, N-total 92%, and the dry yield of micro algae 0.87g /L.

Keywords: waste water, *Nannochloropsis sp.*, microalgae cultivation.

ABSTRAK

Limbah cair industri karet remah berasal dari tahap koagulasi, penggilingan dan pencucian yang mengandung bahan organik yang berasal dari serum dan partikel karet yang tidak terkoagulasi. Bahan-bahan tersebut berpotensi sebagai sumber polusi air, oleh karena itu limbah industri karet remah harus diolah melalui sarana pengolahan limbah. Selain itu, karakteristik limbah cair industri karet remah diprediksi cocok sebagai media untuk pengembangbiakan mikroalga *Nannochloropsis sp.*, bahan baku biofuel terutama biodiesel yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan jenis *outlet* limbah cair karet remah yang cocok untuk pertumbuhan mikroalga dengan sistem *open ponds*. Penelitian ini dilakukan dalam dua fase: pertama yaitu karakterisasi limbah cair. Limbah cair yang digunakan adalah limbah cair karet remah yang berasal dari kolam Fakultatif II (F₂), limbah cair karet remah dari kolam Aerobik I (Ae₁), dan limbah cair karet remah dari kolam Aerobik II (Ae₂) dengan volume kerja masing-masing 5 L sebagai tiga taraf perlakuan media pertumbuhan *Nannochloropsis sp.* Tahap yang kedua adalah tahap kultivasi *Nannochloropsis sp.* sebanyak 25% v/v kerja pada masing-masing media yang dikultivasi dilakukan selama 8 hari. Pengamatan dilakukan terhadap densitas mikroalga (OD), analisa N-NH₃, N-total, P-PO₄, pH, suhu,

kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO) dan perolehan *Yield* kering. Hasil yang paling optimum sebagai media pertumbuhan mikroalga *Nannochloropsis* sp. adalah limbah cair karet remah yang berasal dari kolam Fakultatif II dengan densitas sel sekitar 3.3×10^7 cells/mL, selain itu dapat menurunkan kandungan bahan organik limbah cair karet remah berupa N-NH₃ mencapai 98%, P-PO₄ 89%, N-total 92%, dan perolehan *yield* kering sebesar 0,87 g/L.

Kata kunci : kultivasi mikroalga, limbah cair, *Nannochloropsis* sp.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri karet memberikan dampak yang positif sebagai salah satu agroindustri potensial sebagai penghasil devisa negara. Namun dalam proses pengolahan karet olahan seperti karet remah menghasilkan limbah cair yang bersumber dari tahap koagulasi, penggilingan dan pencucian. Limbah tersebut mengandung bahan organik yang berasal dari serum dan partikel karet yang belum terkoagulasi (Utomo *et al.*, 2012). Apabila limbah cair tersebut tidak dilakukan penanganan akan berpotensi mencemari lingkungan perairan. Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup no 5 tahun 2014 menyatakan bahwa setiap industri memiliki kewajiban untuk mengendalikan pencemaran dan buangan limbah cair karet yang dihasilkan.

Karakteristik limbah cair industri karet remah mengandung bahan organik dan nutrisi yang tinggi, dengan nilai COD 3.752 mg/l, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai media pertumbuhan mikroalga. Mikroalga merupakan salah satu tumbuhan air mikroskopik yang diduga memiliki peran dalam mendegradasi polutan dalam limbah cair karet. Hal ini didukung dengan pendapat yang dinyatakan oleh Palmer (1985) bahwa mikroalga yang tumbuh pada limbah cair karet adalah mikroalga yang memiliki peran yang penting dalam proses dekomposisi limbah cair karet. Menurut Loehr (1974), alga dapat menyimpan kelebihan nutrisi dalam masa selnya, oleh

karena itu dapat digunakan sebagai alat untuk mengambil beberapa nutrisi N dan P yang terdapat pada hasil buangan atau limbah cair. Bahan organik pada kolam limbah cair karet remah dimetabolisme oleh bakteri dengan produk akhir dari metabolisme tersebut adalah karbondioksida, ion amonium, ion nitrat dan ion fosfat. Mikroalga mendapatkan energi dari sinar matahari dan menggunakan bahan anorganik seperti CO₂, amonium atau fosfat untuk pertambahan selnya.

Sistem penanganan limbah cair dengan memanfaatkan mikroalga merupakan salah satu alternatif pemecahan masalah limbah cair, karena penanganannya mudah, murah, dan di dalam limbah cair cukup tersedia nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme tersebut serta ramah lingkungan. Sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi solusi untuk mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan dan dapat menurunkan kandungan bahan organik pada limbah cair karet remah. Selain itu, hasil dari sistem penanganan secara biologis tersebut berupa biomassa yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut menjadi sumber energi baru berupa biodiesel. *Nannochloropsis* sp. merupakan salah satu jenis mikroalga yang memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif pembuatan biodiesel karena memiliki kandungan minyak sekitar 31-68% (Chisti, 2007). Salah satu sistem yang dapat digunakan dalam optimasi pertumbuhan mikroalga

pada limbah cair karet remah ini adalah *Open Ponds System*.

Nannochloropsis sp. ini akan dikultivasi pada limbah cair karet remah yang berasal dari kolam yang berbeda. Limbah cair yang digunakan berasal dari kolam Fakultatif II, kolam Aerobik I, dan kolam Aerobik II sebagai media pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Ketiga jenis kolam yang digunakan memiliki karakteristik yang berbeda berdasarkan kandungan bahan organik. Bahan organik yang terkandung di dalam limbah cair ini berpotensi untuk digunakan sebagai pengganti nutrisi N dan P yang diperlukan *Nannochloropsis* sp. untuk melakukan pertumbuhan dan perkembangan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai optimasi pertumbuhan mikroalga pada limbah cair karet remah untuk mendapatkan media limbah cair karet yang paling berpotensi sebagai media pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis *outlet* limbah cair karet remah yang cocok untuk pertumbuhan mikroalga dengan sistem *Open Ponds*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan sebagai media kultivasi dalam penelitian ini adalah limbah cair karet remah yang berasal dari Instalansi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Unit Usaha Way Berulu berupa air limbah dari kolam Fakultatif II, kolam Aerobik I, dan kolam Aerobik II. Mikroalga yang digunakan adalah *Nannochloropsis* sp. yang berasal dari Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut Lampung serta bahan kimia sebagai penunjang analisis N-NH₃, N_{total}, P-PO₄, dan COD.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa reaktor terbuka sebagai pertumbuhan mikroalga yang terbuat dari kaca ukuran (35x14x19) cm dengan volume kerja 5 L yang dilengkapi dengan selang aerasi, HACH spektrofotometri DR 4000, DRB 200, pH meter, DO meter, oven, desikator dan alat penunjang lainnya.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap yaitu tahap pertama adalah karakterisasi limbah cair. Limbah cair yang digunakan adalah limbah cair karet remah yang berasal dari kolam Fakultatif II (F₂), limbah cair karet remah dari kolam Aerobik I (Ae₁), dan limbah cair karet remah dari kolam Aerobik II (Ae₂) dengan volume kerja masing-masing 5 L sebagai tiga taraf perlakuan media pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. Tahap yang kedua adalah tahap kultivasi. Pada tahap ini yang dilakukan adalah mempersiapkan isolat *Nannochloropsis* sp. sebanyak 25% v/v kerja pada masing-masing media yang dikultivasi dilakukan selama 8 hari. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga menghasilkan 3x3=9 satuan percobaan. Data hasil analisis yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif.

Pelaksanaan Penelitian

Karakterisasi Media

Media yang digunakan untuk kultivasi mikroalga adalah limbah cair karet remah yang berasal dari Instalansi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Unit Usaha Way Berulu berupa limbah cair dari kolam Fakultatif II, kolam Aerobik I dan kolam Aerobik II. Sebelum digunakan sebagai media kultivasi *Nannochloropsis* sp., limbah cair karet

dianalisis untuk mengetahui nilai awal dari N-NH₃, N-total, P-PO₄, pH, suhu, kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Dissolved Oxygen* (DO). Media limbah cair yang digunakan dikultivasi pada reaktor seperti diperlihatkan pada Gambar 5.

Persiapan Inokulum

Isolat *Nannochloropsis* sp. sebanyak 1 Liter dikultur ke dalam 3 Liter media air laut yang telah disterilisasi dalam waktu 4–7 hari. Setelah itu, kultur stock yang didapatkan dikultur kembali dengan membagi menjadi 3 wadah kultur, dimana 1 Liter kultur stock dikultur ke dalam 3 Liter media air laut selama 4-7 hari untuk mencapai volume kultur *Nannochloropsis* sp. 12 Liter dengan kepadatan mencapai 10⁶ sel/ml media. Konsentrasi *Nannochloropsis* sp. yang digunakan sebesar 25% v/v kerja per perlakuan atau sebanyak 11,25 Liter untuk seluruh perlakuan.

Kultivasi Alga

Pelaksanaan kultivasi mikroalga dilakukan dengan sistem kolam terbuka (reaktor volume 5 L). Kultivasi dilakukan dengan memasukkan inokulum mikroalga hasil dari perbanyakan dengan konsentrasi

mikroalga 25% dari volume media limbah cair karet remah (Zulfarina *et al*, 2013). Kultivasi dilakukan selama 8 hari dengan dilakukan sirkulasi menggunakan selang aerasi sebagai sumber O₂/CO₂ dan sekaligus berfungsi sebagai pengaduk (sirkulasi) air media pertumbuhan.

Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terbagi menjadi beberapa waktu. Pengamatan yang dilakukan sebelum media dikultivasi adalah analisa N-NH₃, N-total, P-PO₄, pH, suhu, kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Dissolved Oxygen* (DO). Pengamatan yang dilakukan setiap harinya adalah kepadatan biomassa (OD), sedangkan pengamatan yang dilakukan setelah kultivasi adalah analisa N-NH₃, N-total, P-PO₄, pH, suhu, kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO) dan perolehan *Yield* kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Cair Karet Remah

Sebelum digunakan sebagai media kultivasi, limbah cair karet remah dikarakterisasi. Hasil karakterisasi limbah cair karet remah tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik limbah cair karet remah dan persyaratan media kultur Mikroalga *Nannochloropsis* sp.

Parameter	Satuan	Hasil Analisis			Keterangan
		F ₂	Ae ₁	Ae ₂	
N-NH ₃	mg/L	3,896	4,125	4,545	Maks. 15 (PerMenLH,2014)
Ntotal	mg/L	5,078	4,343	5,336	Maks. 25 (PerMenLH,2014)
P-PO ₄	mg/L	1,497	1,300	1,251	1-5 (KepmenLH, 1995)
pH	-	8,290	8,43	8,380	8-9,5 (BBPBL, 2007)
suhu	°C	28,6	28,2	29	25-30 (BBPBL, 2007)
COD	mg/L	612	300	693	-
DO	mg/L	5,560	5,67	5,560	>4 (BBPBL, 2007)
Salinitas	‰	0	0	0	0-35 (BBPBL, 2007)

F2 = kolam fakultatif 2

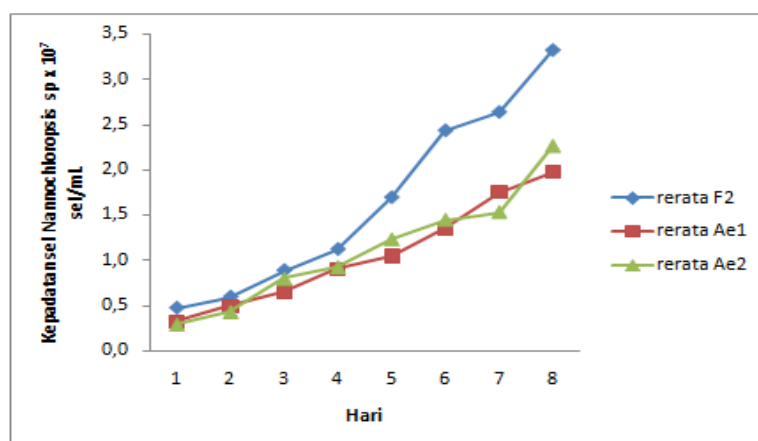
Ae1 = kolam aerobik 1

Ae2 = kolam aerobik 2

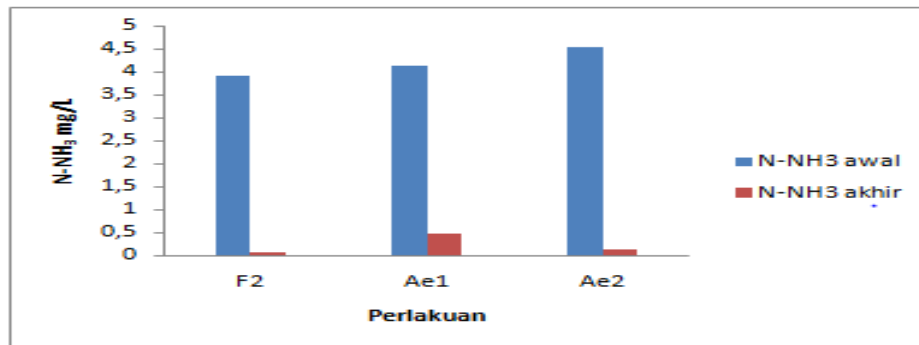
Berdasarkan hasil karakterisasi limbah cair karet remah, ketiga media perlakuan yang digunakan memiliki karakteristik yang berbeda. Kandungan N dan P pada kolam Fakultatif II lebih tinggi dibanding dari kolam Aerobik I dan Aerobik II. Nilai hasil analisa pada setiap media perlakuan disajikan pada Tabel 1. *Nannochloropsis* sp. merupakan alga yang hidup bebas, dapat tumbuh pada salinitas 0-35 ‰, suhu 25-30°C serta pH 8-9,5 (BBPBL, 2007). Dari Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa masing-masing media perlakuan limbah cair karet masih mengandung bahan organik. Bahan organik yang masih terkandung dalam masing-masing media perlakuan limbah cair karet telah memenuhi kebutuhan nutrisi mikroalga *Nannochloropsis* sp. untuk dijadikan sebagai media tumbuh. Oleh karena itu, limbah cair karet yang digunakan sebagai media kultivasi *Nannochloropsis* sp. tidak perlu lagi ditambahkan pupuk atau penambahan nutrisi dari luar.

Kultivasi *Nannochloropsis* sp.

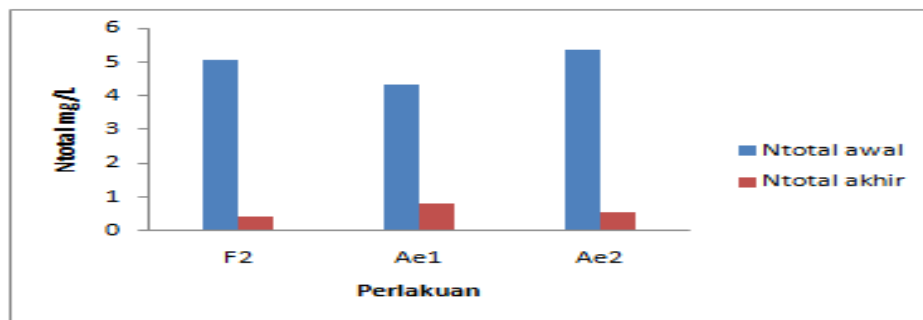
Kultivasi dilakukan pada media limbah cair karet remah dari kolam Fakultatif II, Aerobik I, dan Aerobik II dengan memasukkan inokulum *Nannochloropsis* sp. sebanyak 25% v/v atau setara dengan 1,25 L. Kultivasi dilakukan selama 8 hari dengan dilakukan sirkulasi menggunakan selang aerasi sebagai sumber O₂/CO₂ dan berfungsi sebagai pengaduk (sirkulasi) air media pertumbuhan. Sebelum dan sesudah dilakukan kultivasi *Nannochloropsis* sp., media limbah cair karet remah dianalisa meliputi analisa N-NH₃ (Gambar 2), N-Total (Gambar 3), P-PO₄ (Gambar 4), pH (Gambar 5), COD (Gambar 6), dan DO (Gambar 7). Selama kultivasi dilakukan pengamatan terhadap kepadatan *Nannochloropsis* sp. setiap harinya untuk mengetahui laju pertumbuhannya (Gambar 1) dan pada akhir kultivasi dilakukan pemanenan untuk diambil *yield* kering. Hasil pengamatan selama kultivasi disajikan sebagai berikut:



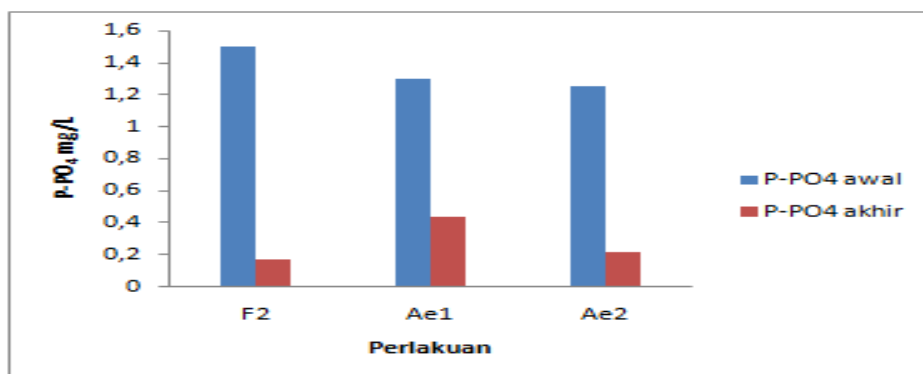
Gambar 1. Grafik pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. pada media limbah cair karet yang berasal dari kolam Fakultatif II, Aerobik I dan Aerobik II.



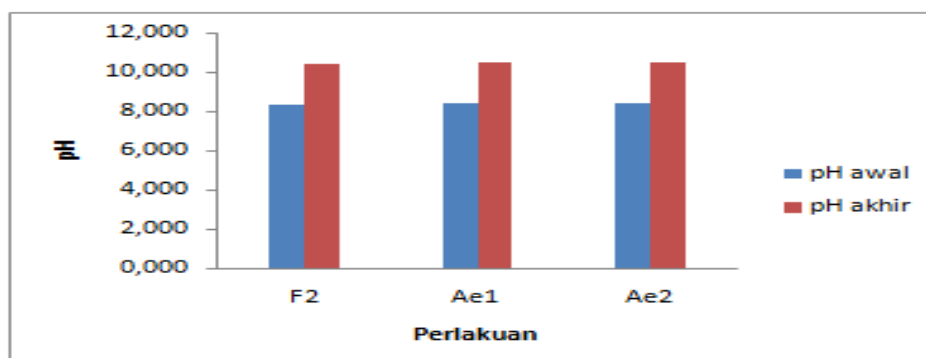
Gambar 2. Penurunan N-NH₃ pada media limbah cair karet yang berasal dari kolam Fakultatif II, Aerobik I dan Aerobik II.



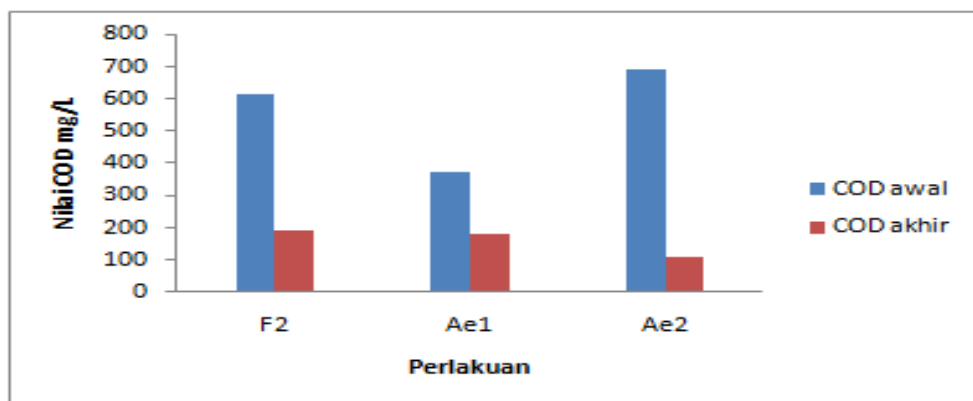
Gambar 3. Penurunan N-total pada media limbah cair karet yang berasal dari kolam Fakultatif II, Aerobik I dan Aerobik II.



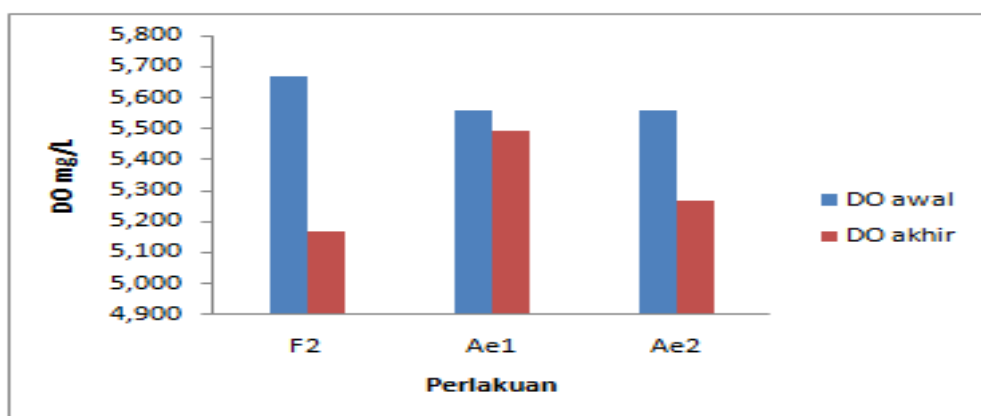
Gambar 4. Penurunan P-PO₄ pada media limbah cair karet yang berasal dari kolam Fakultatif II, Aerobik I dan Aerobik II.



Gambar 5. Kenaikan pH pada media limbah cair karet yang berasal dari kolam Fakultatif II, Aerobik I dan Aerobik II.



Gambar 6. Penurunan COD pada media limbah cair karet yang berasal dari kolam Fakultatif II, Aerobik I dan Aerobik II.



Gambar 7. Penurunan DO pada media limbah cair karet yang berasal dari kolam Fakultatif II, Aerobik I dan Aerobik II.

Kepadatan Mikroalga *Nannochloropsis* sp.

Menurut Sari (2012), pertumbuhan sel *Nannochloropsis* sp. dalam kultur ditandai dengan bertambah besarnya ukuran sel dan banyaknya jumlah sel. Hasil pengamatan terhadap kepadatan sel *Nannochloropsis* sp. selama penelitian menunjukkan bahwa sel *Nannochloropsis* sp. mengalami peningkatan setiap harinya sampai hari ke-8 pada semua jenis media. Kepadatan sel *Nannochloropsis* sp. pada masing-masing perlakuan mengalami peningkatan yang berbeda-beda, hasil pengamatan menunjukkan Fakultatif II tertinggi sedangkan Aerobik I dan Aerobik II hampir sama. Pada hari ke-8 perlakuan media yang berasal dari kolam Fakultatif II mencapai kepadatan sel rata-

rata sebanyak $3,3 \times 10^7$ sel/mL. Pada perlakuan media yang berasal dari kolam Aerobik I dan Aerobik II secara berturut-turut mencapai kepadatan sel rata-rata $2,0 \times 10^7$ sel/mL dan $2,3 \times 10^7$ sel/mL. Hal ini diduga karena pemenuhan sumber nutrisi (N dan P) pada limbah cair karet remah yang berasal dari kolam Fakultatif II lebih banyak dibandingkan dengan sumber nutrisi yang tersedia di media yang berasal dari kolam Aerobik I dan Aerobik II, dimana dari tabel karakteristik limbah cair (Tabel 1) bahwa N_{total} dan $P-PO_4$ limbah cair dari kolam Fakultatif II lebih tinggi dibanding dari Aerobik I dan Aerobik II. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sriharti (2004), pertumbuhan jenis mikrolaga *Chlorella*

sp. dan *Chlorella pyrenoidosa* dalam limbah cair karet mencapai puncak terjadi pada hari ke-10 dengan kepadatan mencapai $3,5 \times 10^6$ dan $3,4 \times 10^6$ sel/mL.

Amonia (N-NH₃)

Hasil pengukuran nilai N-NH₃ pada Gambar 2 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai N-NH₃ selama kultivasi *Nannochloropsis sp.* Kandungan N-NH₃ pada limbah cair karet remah berhasil direduksi oleh mikroalga *Nannochloropsis sp.* Mikroalga

Nannochloropsis sp. pada perlakuan media limbah cair karet kolam Fakultatif II dapat mereduksi kandungan N-NH₃ sebesar 98%, sedangkan pada media Aerobik I mikroalga *Nannochloropsis sp.* berhasil mereduksi kandungan N-NH₃ 89% dan media Aerobik II sebesar 97%. Penurunan nilai amonia disebabkan karena amonia yang berada dalam limbah tersebut berubah menjadi ammonium. Menurut Goldman dan Horne (1983), reaksi pembentukan amonium terjadi sebagai berikut:



Menurut Sarief (1985) nitrogen diambil tanaman dalam bentuk ammonium dan nitrat. Amonium merupakan nutrisi yang lebih disukai mikroalga untuk mensintesis klorofil dalam melakukan proses fotosintesis. Dengan begitu nilai amonia yang dikandung dalam limbah cair pabrik karet menjadi berkurang, hingga mendekati 0 mg/L.

Nitrogen total

Kandungan N-total pada media limbah cair karet kolam Fakultatif II mengalami penurunan sebesar 92%, kolam Aerobik I dan Aerobik II juga mengalami penurunan sebesar 81% dan 90%. Hal ini sebanding dengan tingkat pertumbuhan *Nannochloropsis sp.* terhadap penurunan nilai N-total. Penyisihan senyawa nitrogen dalam limbah limbah dapat dilakukan dengan proses nitrifikasi (Komala *et al*, 2012). Nitrifikasi merupakan proses oksidasi amonium menjadi nitrat melalui produk perantara berupa nitrit. Nitrat yang dihasilkan dari proses nitrifikasi dimanfaatkan oleh *Nannochloropsis sp.*

sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan. Proses nitrifikasi ini terjadi karena adanya suplai oksigen yang dihasilkan dari kegiatan fotosintesis yang dilakukan oleh mikroalga (Wakatsuki *et al.*, 1993).

Ortofosfat (P-PO₄)

Hasil analisis pengukuran terhadap kandungan P-PO₄ menunjukkan bahwa terjadi penurunan kandungan P-PO₄ pada masing-masing perlakuan. Kandungan P-PO₄ pada perlakuan media limbah cair karet kolam Fakultatif II mengalami penurunan sebesar 89%, sedangkan pada media Aerobik I mengalami penurunan sebesar 67% dan media Aerobik II sebesar 83%. Hal ini dikarenakan *Nannochloropsis sp.* memanfaatkan P-PO₄ untuk pertumbuhan selnya, sehingga kandungan P-PO₄ pada masing-masing perlakuan media limbah cair karet remah mengalami penurunan. Penurunan kandungan P-PO₄ sebanding dengan peningkatan kepadatan sel *Nannochloropsis sp.* Semakin tinggi jumlah kepadatan *Nannochloropsis sp.*, semakin tinggi pula penurunan P-PO₄

pada limbah cair karet. Senyawa fosfat sebagai senyawa makro bermanfaat bagi mikroalga untuk pertumbuhan sel, untuk transformasi energi, untuk fotosintesis, dan untuk pembentukan klorofil (Kabinawa, 2001).

Derajat keasaman (pH)

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa pH awal limbah cair karet remah yang digunakan masih memenuhi standar baku mutu yang dikeluarkan oleh menteri Lingkungan Hidup yaitu dengan standar antara 6-9. Namun, setelah dilakukan pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. pH mengalami peningkatan menjadi 9,02 (sebelum dilakukan pemanenan). Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Zulfarina *et al* (2013), limbah cair karet yang dilakukan interaksi dengan

mikroalga sampai konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 25% dapat meningkatkan pH limbah cair karet menjadi basa. Peningkatan pH terjadi diasumsikan sejalan dengan meningkatnya kepadatan mikroalga, dimana meningkatnya kepadatan mikroalga berarti meningkatkan metabolisme di dalam kultur biakan (Zulfarina *et al.*, 2013). Alga mampu menggunakan karbondioksida sebagai sumber karbon utama untuk sintesa sel baru dan melepaskan oksigen melalui mekanisme fotosintesis (Mara *et al.*, 2007). Menurut Fitri (2011), ketika terlarut air karbondioksida dapat berbentuk ion bikarbonat yang dikonsumsi oleh mikroalga dalam proses fotosintesis sehingga OH⁻ terakumulasi dan cenderung pH meningkat. Proses fotosintesis yang terjadi adalah sebagai berikut:



Setelah dilakukan pemanenan *Nannochloropsis* sp., pH limbah cair karet remah meningkat pada kisaran pH 10,423-10,477. Hal ini terjadi karena saat proses pengendapan *Nannochloropsis* sp. dilakukan penambahan NaOH.

Chemical Oxygen Demand (COD)

Gambar 6 dapat dilihat bahwa setelah media limbah cair dilakukan kultivasi mikroalga *Nannochloropsis* sp, dari tiga jenis kolam limbah cair karet remah mengalami penurunan nilai COD yang berbeda-beda. Penurunan nilai COD pada media Aerobik II sebesar 85%, sedangkan kolam Fakultatif II sebesar 68% dan kolam Aerobik I sebesar 51%. Mikroalga *Nannochloropsis* sp. yang terdapat dalam media limbah cair karet remah melakukan fotosintesis. Kegiatan fotosintesis ini akan menambah suplai oksigen pada media limbah cair karet

remah. Oksigen yang dihasilkan oleh *Nannochloropsis* sp. digunakan untuk proses oksidasi oleh aktifitas simbiosis mikroalga dan bakteri untuk mengoksidasi senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana yang akhirnya dapat menurunkan nilai COD pada limbah cair karet remah (Zulfarina *et al*, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Zulfarina *et al* (2013), bahwa konsentrasi *Chlorella pyrenoidosa* 25% dapat menurunkan nilai COD pada limbah cair karet sebesar 94%. Penurunan nilai COD terbesar terdapat pada konsentrasi mikroalga yang tinggi. Tingkat kepadatan sel mikroalga semestinya sebanding dengan penurunan nilai COD. Namun, berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tingkat kepadatan sel *Nannochloropsis* sp. tertinggi tidak menurunkan nilai COD optimum. Hal ini diduga karena kandungan oksigen pada kolam Fakultatif

II banyak digunakan untuk mengoksidasi senyawa kompleks pada media limbah cair.

Disolved Oxygen (DO)

Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil pengukuran oksigen terlarut pada awal dan akhir cenderung mengalami penurunan yang relatif kecil. Kandungan oksigen terlarut limbah cair karet remah yang digunakan pada analisis awal penelitian berkisar antara 5,560-5,670 mg/L. Namun, pada analisis akhir penelitian mengalami penurunan antara 5,167-5,493 mg/L. Hasil pengukuran oksigen terlarut masih sesuai dengan standar baku mutu Laboratorium Penguji Kesehatan Ikan dan Lingkungan BBPBL yaitu >4. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Zulfarina *et al* (2013), nilai kandungan oksigen terlarut dengan konsentrasi mikroalga sebesar 25% adalah 5,6 mg/L. Nilai kandungan oksigen terlarut minimum yang dikatakan oleh NTAC dalam Subroto dan Akrimi (2002) adalah sebesar 2 mg/l, jumlah tersebut cukup mendukung kehidupan organisme jika perairan tidak tercemar oleh senyawa beracun.

Peningkatan suhu akan menyebabkan konsentrasi oksigen akan menurun dan sebaliknya suhu yang semakin rendah akan meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut. Suhu awal penelitian pada media limbah cair karet remah berkisar antara 28-29°C, sedangkan pada akhir penelitian suhu pada limbah cair karet remah mengalami penurunan menjadi 26°C. Penurunan suhu pada setiap perlakuan semestinya dapat meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut. Tetapi, pada penelitian ini rata-rata nilai oksigen terlarut mengalami penurunan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zulfarina *et al.* (2013), oksigen terlarut yang dihasilkan dari

proses fotosintesis digunakan oleh mikroalga yang bersimbiosis dengan bakteri dalam proses oksidasi untuk mengoksidasi senyawa kompleks pada limbah cair karet menjadi bentuk yang sederhana dan dapat diserap. Hal ini serupa dengan yang dinyatakan oleh Sriharti (2004), mikroalga menghasilkan oksigen dari reaksi fotosintesisnya diperlukan oleh bakteri untuk merombak limbah kompleks menjadi karbon dioksida (CO₂), ammonia (NH₃), nitrat (NO₃), nitrit (NO₂) dan fosfat (PO₄) yang digunakan sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhannya.

Yield Kering

Perolehan *yield* kering pada masing-masing perlakuan relatif sama. Berdasarkan perhitungan *yield* kering diperoleh *yield* kering *Nannochloropsis* sp. untuk media perlakuan limbah cair karet remah dari kolam Fakultatif II sebesar 0,87 g/L, kolam Aerobik I 0,81 g/L, dan kolam Aerobik II 0,83 g/L. Hasil ini sebanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Pratama (2011) menggunakan *Chlorella vulgaris* memperoleh *yield* kering sebesar 0,81 g/L. Hasil perolehan *yield* kering pada masing-masing perlakuan sesuai dengan jumlah kepadatan sel *Nannochloropsis* sp. yang diamati. Semakin banyak jumlah kepadatan sel, maka semakin besar berat kering yang diperoleh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis yang telah dilakukan kesimpulan penelitian ini adalah media limbah cair karet remah yang paling optimum sebagai media pertumbuhan mikroalga *Nannochloropsis* sp. adalah limbah cair karet remah yang berasal dari kolam

Fakultatif II. *Nannochloropsis* sp. dapat tumbuh dengan baik pada media limbah cair karet remah kolam Fakultatif II Selain itu dapat menurunkan kandungan bahan organik limbah cair karet remah berupa N-NH₃ mencapai 98%, P-PO₄ 89%, N-total 92%, dan perolehan *yield* kering sebesar 0,87 g/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut. 2007. Budidaya Fitoplankton & Zooplankton. Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut. Lampung.
- Chisti, Y. 2007. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances* 25(3):294-306.
- Fitri, Kurniati. 2011. Peran *Chlorella vulgaris* dalam Pengelolaan Lingkungan (Kajian Penggunaan untuk Menurunkan Nitrogen Amonia Air Limbah Domestik dan Potensinya sebagai Bahan Minyak Biodiesel) (Tesis). Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia. Depok.
- Goldman, CR & Horne, A.J. 1983. *Limnology*. McGraw-Hill Book Company. New York. 464p.
- Kabinawa, I.N.K.2001. Mikroalga Sebagai Sumber Daya Hayati Perairan dalam Persepektif Bioteknologi. Puslitbang- Biotek. LIPI. Bogor. Hlm 5-13.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. 1995. Baku Mutu Limbah Cair bagi Industri Karet Nomor: Kep-51/Menlh/10/1995. Sekretaris Menteri Negara. Jakarta.
- Komala, P.S., Helard, D., Delimas, D. 2012. Identifikasi Mikroba Anaerob Dominan pada Pengolahan Limbah Cair Pabrik Karet dengan Sistem Multi Soil Layering (MSL). *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND* 9 (1) : 74-88
- Loehr, R. C. 1974. *Agriculture Waste Management; Proplem, Process and*

Approach. Academic Press. New York. 576 p.

- Mara, D., Mills, S.W., Pearson, H.W., & Alabaster, G.P. 2007. Waste Stabilization Ponds : a Viable Alternative for Small Community Treatment Systems. *Water and Environment Journal*, 74.
- Palmer, C.M. 1985. *Key For Identification Of Freswater Algae Common In Water Supplies And Polluted Water*. in Standard Method For The examination of Water And Wastewater, 14th ed., American Public Health Association Inc., New York. 1194 p.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Jakarta.
- Pratama, Irfan. 2011. Pengaruh metode pemanenan mikroalga terhadap biomassa dan kandungan esensial *Chlorella vulgaris*. (Skripsi). Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Depok.
- Sari, I.P. dan Manan, A. 2012. Pola Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* pada Kultur Skala Laboratorium, Intermediet, dan Masal. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* Vol. 4 No. 2, November 2012. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga. Hlm: 123-127.
- Sarief, S. 1985. Konservasi Tanah dan Air. Cetakan ketiga. Pustaka Buana. 145 hlm.
- Sriharti, 2004. Pengaruh Species *Clorella* dalam Menetralisir Limbah Cair Karet. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses. Semarang. Hlm: H.8.1 – H.8.5.
- Subroto dan Akrimi. 2002. Teknik Pengamatan dan Kualitas Air dan Plankton Danau Arang-Arang Jambi. *Buletin Teknik Pertanian* 7(2): 54-57.
- Utomo, T.P, Hasanudin, U, Suroso, E. 2012. Agroindustri Karet

- Indonesia. PT Sarana Tutorial
Nurani Sejahtera. Bandung.
- Wakatsuki, T., H. Esumi dan S. Omura,
1993. High performance and N &
Premovable on-site domestic
wastewater treatment system by
Multi Soil Layering Method, Wat.
Sci. Tech., 27(1): 31-40
- Zulfarina, Irda, S. dan Hesti, T.P. 2013.
Potential Utilization of Algae
chlorella pyrenoidosa For Rubber
Waste Management. Prosiding
Semirata FMIPA. Unila. Lampung.
Hlm: 511-520.