

# Netralisasi Limbah Karet oleh Beberapa Jenis Mikroalga

Carolina, Sriharti, dan Neni Sintawardani

*Pusat Penelitian dan Pengembangan Fisika Terapan-LIPI, Subang*

## ABSTRAK

Limbah karet termasuk dalam golongan limbah organik yang sesuai untuk dikelola secara mikrobiologi. Dalam penelitian ini, beberapa jenis mikroalga yakni *Chlorella pyrenoidosa*, *Dunaliella* sp. dan *Lyngbia* sp. diintroduksi sebagai mikroba penetralisir limbah karet. Degradasi COD dan pertambahan jumlah sel dipantau untuk memberikan gambaran lengkap mengenai kinerja mikroalga yang diuji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *C. pyrenoidosa* relatif memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan mikroalga lainnya. Selain itu, daya tumbuh terbaik terlihat pada *C. pyrenoidosa* di mana fase eksponensial terjadi secara signifikan pada hari kelima.

**Kata kunci :** *C. pyrenoidosa*, *Dunaliella* sp., limbah karet, *Lyngbia* sp.

## ABSTRACT

Rubber waste belongs to the organic wastes which was manageable through microbiology. In this research, several microalgae, namely *Chlorella pyrenoidosa*, *Dunaliella* sp., and *Lyngbia* sp. were introduced as neutralizing microalgae for rubber waste. The COD degradation and the increasing number of the cells were observed to find out the capability of the microalgae tested. The research results indicated that *C. pyrenoidosa* relatively had better capability compared to other microalgae. In addition, *C. pyrenoidosa* showed the best growth capability where the exponential phase occurred significant on the fifth day.

**Key words:** *C. pyrenoidosa*, *Dunaliella* sp., rubber waste, *Lyngbia* sp.

## PENDAHULUAN

Kontribusi mikroalga terhadap pengembangan sistem pengolahan limbah telah diketahui sejak awal tahun 1900-an. Sejak itu pemanfaatan organisme tersebut lebih banyak dilakukan melalui kolam-kolam oksidasi. Di dalam kolam oksidasi, alga berfotosintesa memproduksi oksigen yang kemudian dimanfaatkan oleh bakteri yang mengoksidasi limbah. Perkembangan ilmu pengetahuan selanjutnya memberikan pengertian lebih banyak terhadap kontribusi alga dalam meningkatkan proses sedimentasi, penurunan toksisitas dari limpahan nutrisi, logam berat maupun bahan organik lain.

Berdasarkan potensi mikroalga tersebut, pemanfaatannya sebagai organisme penetralisir limbah agroidustri laik untuk ditelaah lebih jauh, mengingat limbah

kegiatan agroindustri di Indonesia telah menjadi salah satu permasalahan penting yang harus ditanggulangi. Kegiatan agroindustri di Indonesia mulai yang berskala kecil seperti pembuatan tahu, tapioka, sampai dengan yang berskala besar seperti industri pembuatan minyak kelapa semakin marak. Selain menguntungkan secara sosio-ekonomis, permasalahan merugikan akibat keberadaan kegiatan industri tersebut juga ditemui. Salah satu di antaranya adalah pencemaran ekosistem perairan oleh limbah yang dihasilkannya. Meskipun tidak banyak mengandung bahan buangan berbahaya dan beracun, limpahan produksi limbah agroindustri tidak dapat diabaikan karena jumlahnya yang besar dan kadar polutan organiknya yang tinggi.

Kondisi luaran semacam ini sesuai untuk diolah secara anaerobik. Akan tetapi penanganan limbah secara anaerobik saja seringkali belum mampu menurunkan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) sampai nilai ambang batas yang dapat ditolerir, sehingga pengolahan lanjut masih diperlukan. Sisa bahan organik yang ada berpotensi sebagai sumber nutrisi yang dapat diurai/didegradasi oleh alga bersel tunggal (Richmond, 1990). Oleh karena mikroalga adalah mikroba potensial untuk pakan alami berbagai jenis ikan, maka pemanfaatannya sebagai organisme penetralisir limbah organik dapat berfungsi ganda.

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mendeteksi jenis mikroalga yang paling potensial digunakan sebagai pengolah limbah organik. Limbah karet dimanfaatkan sebagai substrat uji dengan pertimbangan bahwa limbah ini merupakan salah satu sumber pencemar perairan signifikan di banyak tempat di Indonesia. Asam formiat dan asam asetat merupakan dua senyawa organik yang banyak terlarut di limbah karet selain koloid-koloid lainnya. Asumsi bahwa mikroalga mampu secara langsung maupun tidak langsung mendegradasi bahan organik, mendasari ide penelitian ini.

## BAHAN DAN METODE

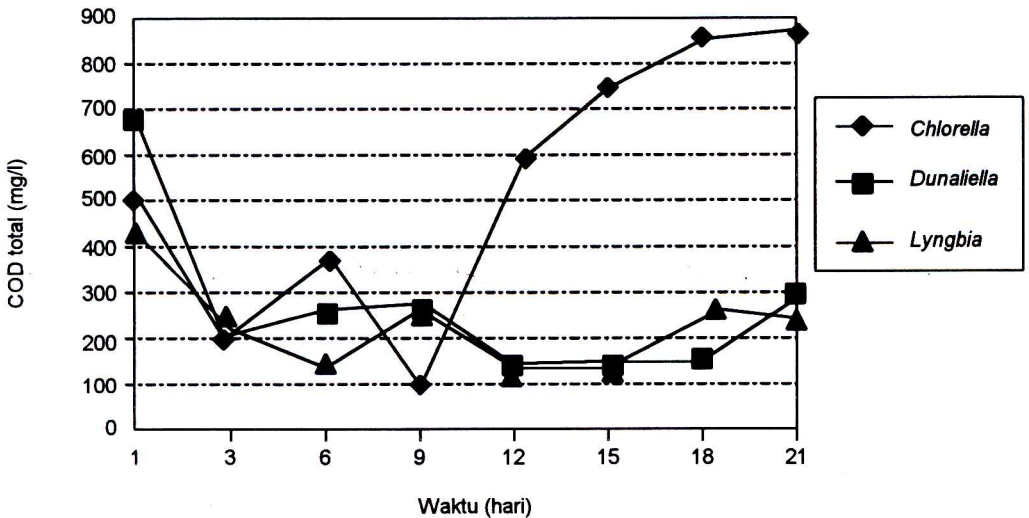
Kinerja mikroalga dalam menetralisir limbah organik cair dilakukan melalui pengujian terhadap degradasi kadar COD limbah karet. Percobaan dilakukan dengan memanfaatkan kultur mikroalga spesies *C. pyrenoidosa*, *Dunaliella* sp., dan *Lyngbia* sp. Kultur *C. pyrenoidosa* diperoleh dari Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Indonesia, sedangkan kultur *Dunaliella* sp. dan *Lyngbia* sp. dari Laboratorium Alga Balai Benih Air Payau Jepara. Kultur mikroalga yang dipergunakan adalah yang telah mencapai jumlah satu juta sel dalam setiap ml. Pengujian limbah dilakukan dalam erlenmeyer 1.000 ml. Setiap tempat diberi aerasi yang disalurkan dari Hi-Blow (sejenis mini compressor) melalui selang-selang plastik dan dilengkapi dengan lampu TL 40 watt sebagai sumber cahaya. Dengan sistem aerasi, limbah akan teraduk secara mekanis sehingga mikroalga akan tersebar merata sehingga kesempatan untuk memanfaatkan cahaya menjadi lebih banyak, mengurangi tingkat pengendapan sekaligus menaikkan kadar oksigen terlarut. Pengamatan dilakukan selama 21 hari berturut-turut. Kadar COD dan kandungan

klorofil diukur satu kali dalam tiga hari; sementara pertumbuhan mikroalga diukur dengan menghitung jumlah sel, yang dilakukan setiap hari. Pengukuran terhadap COD dilakukan dengan pertimbangan bahwa metode ini lebih praktis dilakukan tanpa mengorbankan ketelitian dan umumnya dapat memberikan gambaran kebutuhan oksigen total dari suatu limbah (Laksmi Jenie dan Pudji Rahayu, 1993). COD diukur dengan menggunakan metode refluks titrimetri. Kandungan klorofil dilakukan dengan metode APHA dengan cara ekstraksi aseton 80%. Jumlah sel dihitung dengan metode numerik, dengan menggunakan Haemocytometer yang diletakkan di bawah mikroskop dengan perbesaran 160 kali (American Public Health Association, 1985).

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan jenis mikroalga yaitu *C. pyrenoidosa*, *Dunaliella* sp. dan *Lyngbia* sp., dengan dua ulangan. Data kuantitatif yang diperoleh ditransformasikan dalam grafik. Analisis varians digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan jenis mikroalga terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil serta kadar COD.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja mikroalga *C. pyrenoidosa*, *Dunaliella* sp. dan *Lyngbia* sp. dalam menurunkan kadar COD limbah karet disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Fluktuasi kadar COD total media limbah karet oleh berbagai spesies mikroalga.

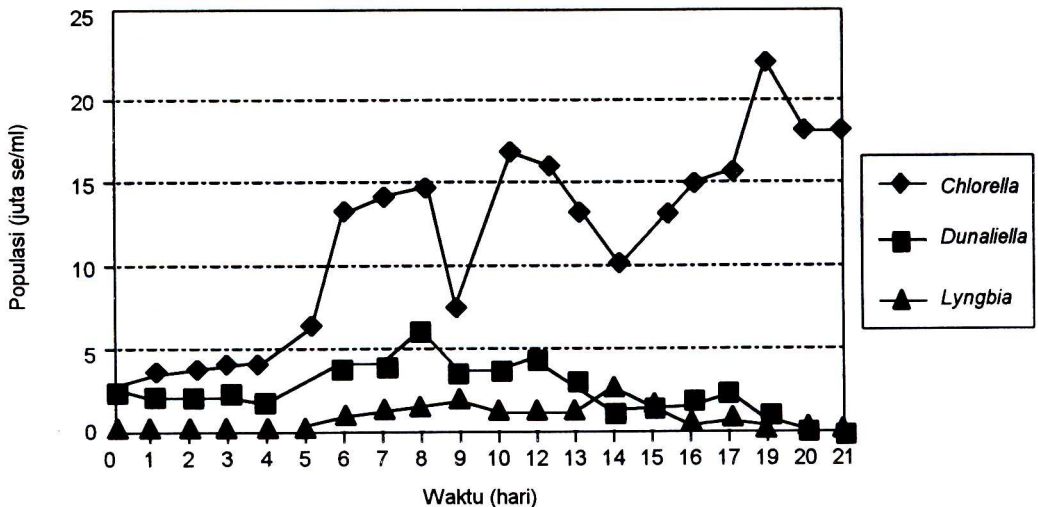


**Tabel 1.** Hasil analisis varians pengaruh introduksi berbagai spesies mikroalga dalam limbah karet.

Parameter	F hitung	F tabel		Keterangan
		0,05	0,01	
Kadar COD total	58,864	3,17	5,01	Sangat nyata
Pertumbuhan	6,170	3,47	5,78	Sangat nyata
Kadar COD filtrat	3,055	3,47	5,78	Tidak nyata
Klorofil	3,244	3,47	5,78	Tidak nyata

Dalam waktu enam hari penurunan kadar COD total tampak pada larutan yang diintroduksi oleh kultur *Lyngbia* sp. dan *Dunaliella* sp., di mana terjadi penurunan sebesar 65% dan 64,7%. Sedangkan kadar COD total limbah karet yang diintroduksi oleh *C. pyrenoidosa* baru menunjukkan penurunan yang berarti pada hari kesembilan yakni sampai 80,1%. Berdasarkan hasil analisis varians ketiga jenis mikroalga mempengaruhi kadar COD dengan sangat nyata seperti terlihat pada Tabel 1.

Jika fluktuasi pertumbuhan sel diperhatikan, tampak bahwa jumlah sel terbanyak adalah pada mikroalga *C. pyrenoidosa* yang masih menunjukkan kecenderungan untuk naik sampai hari ke-12. Sedangkan kedua jenis mikroalga lainnya tidak menggambarkan signifikansi kenaikan jumlah sel, seperti tampak pada Gambar 2. Hasil analisis varians menunjukkan bahwa ketiga spesies mikroalga yang diintroduksi dalam limbah cair karet memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan seperti terlihat dalam Tabel 1.

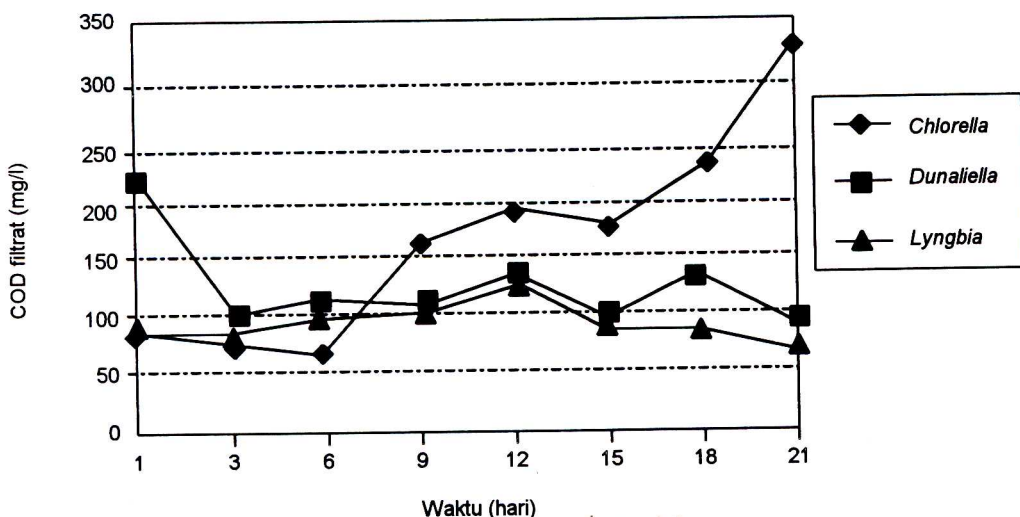


**Gambar 2.** Pertumbuhan beberapa spesies mikroalga pada limbah karet.

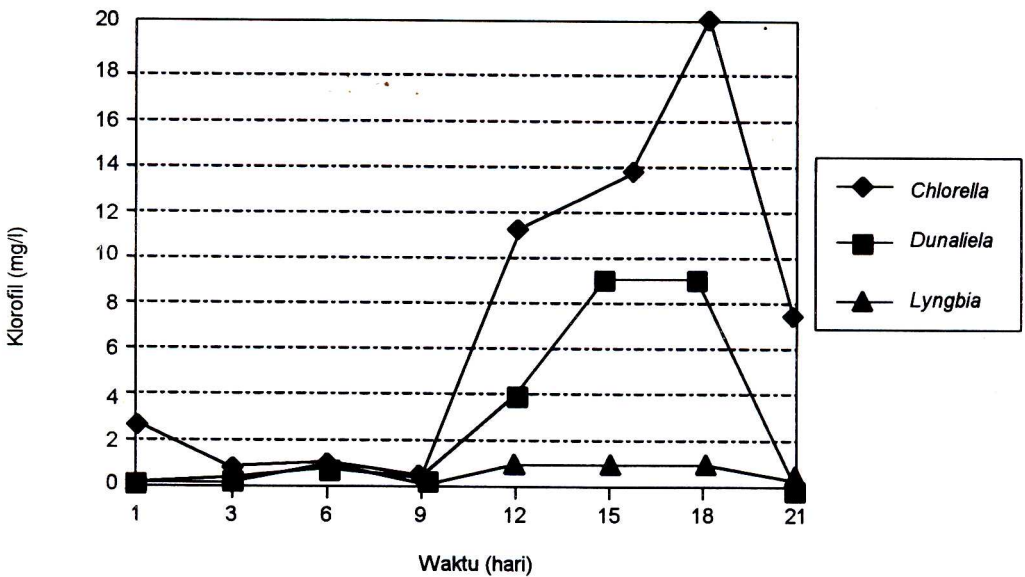
Kenaikan nilai COD total bisa disebabkan oleh semakin banyaknya biomassa mikroalga yang terbentuk akibat penambahan sel, sehingga zat organik yang harus didegradasi pun dengan sendirinya bertambah. Pada dasarnya fluktuasi COD total dan penambahan sel menggambarkan gejala yang searah. Kadar COD total naik pada saat jumlah sel cenderung naik. Mikroalga *Dunaliella* sp., menunjukkan kecenderungan bertambah jumlah selnya sampai hari kedelapan, untuk kemudian menurun. Sedangkan populasi *Lyngbia* sp., tidak menunjukkan kenaikan jumlah sel yang berarti dari waktu ke waktu. Hambatan dalam penambahan sel merupakan indikasi rendahnya daya hidup kedua jenis mikroalga tersebut di dalam limbah karet. Mikroalga *C. pyrenoidosa* mampu menyesuaikan diri dengan kondisi substrat organik limbah karet dengan baik.

Pada Gambar 3, fluktuasi kadar COD filtrat menunjukkan penurunan jumlah bahan organik terlarut tanpa dipengaruhi oleh keberadaan mikroalga.

Lebih rendahnya kadar COD filtrat limbah karet adalah karena dalam perolehan filtrat, selain mikroalga, koloid-koloid lain pun tersuspensi. Perbedaan yang signifikan menunjukkan bahwa banyak *suspended solid* berada dalam larutan limbah karet. COD filtrat limbah karet yang diintroduksi oleh mikroalga *C. pyrenoidosa* cenderung menurun sampai hari keenam untuk kemudian naik secara signifikan. Oleh karena filtrat merupakan larutan murni tanpa padatan lain, kemungkinan *C. pyrenoidosa* mendegradasi oligosaccharida menjadi komponen C-organik sederhana yang mudah larut sehingga tampak adanya kenaikan kadar COD filtrat. Lain halnya dengan *Dunaliella* sp. di mana kecenderungan serupa terjadi pada COD total, COD filtrat dan penambahan sel di limbah karet yang diuji.



Gambar 3. Fluktuasi kadar COD filtrat media limbah karet oleh berbagai spesies mikroalga.



**Gambar 4.** Kadar klorofil berbagai spesies mikroalga dalam limbah karet.

Kadar klorofil diukur untuk menjelaskan lebih lanjut mengenai biomassa yang terbentuk. Mikroalga *C. pyrenoidosa* memiliki kandungan klorofil lebih tinggi dibandingkan kedua jenis mikroalga lainnya (Gambar 4). Data ini memperkuat temuan sebelumnya yang menunjukkan kemampuan jenis mikroalga tersebut dalam menyesuaikan diri di substrat limbah karet, bahkan mungkin memanfaatkan keberadaan bahan organik yang terkandung di dalamnya. Daya serap mikroalga terhadap bahan organik merupakan indikasi penting yang harus dipertimbangkan jika mikroalga tersebut akan dimanfaatkan sebagai pakan alami ikan. Seperti diketahui, mikroalga merupakan organisme potensial dengan kandungan protein yang tinggi dan bermanfaat sebagai pakan bahkan suplemen bahan pangan (Lewin, 1962).

## KESIMPULAN

Dari data yang diperoleh, kesimpulan sementara dapat diungkap bahwa:

1. Kultur *C. pyrenoidosa* menunjukkan daya hidup yang lebih baik dalam limbah karet dibandingkan *Dunaliella* sp. dan *Lyngbia* sp.
2. Kinerja *C. pyrenoidosa* dalam menetralsir bahan organik yang terkandung di dalam limbah karet juga lebih baik dibandingkan dengan kinerja *Dunaliella* sp. dan *Lyngbia* sp. seperti yang digambarkan dalam fluktuasi kadar COD total dan COD filtrat larutan limbah uji.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA). 1985.** Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th ed. APHA-AWWA-WPCI. Washington DC.
- Laksmi Jenie S. dan W. Pudji Rahayu. 1993.** Penanganan limbah industri pangan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 184 hal.
- Lewin, R.A. 1962.** Physiology and biochemistry of algae. Academic Press, New York.
- Richmond. 1990.** Large scale microalgal culture and applications. *In* Round Chapman. (Ed.). Progress in Phycological Research, Vol. 7. Biopress Ltd.