



DARI LIMBAH MENJADI ENERGI

STRATEGI ALTERNATIF PENGOLAHAN LINDI
DENGAN MIKROORGANISME



Yunardi
Nikita Emalya

**Sanksi Pelanggaran Pasal 113
Undang-Undang No. 28 Tahun 2014
Tentang Hak Cipta**

Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).

Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

DARI LIMBAH MENJADI ENERGI STRATEGI ALTERNATIF PENGOLAHAN LINDI DENGAN MIKROORGANISME

Yunardi

Nikita Emalya



GREENBOOK
Socialist International Standard Book Publishing

**DARI LIMBAH MENJADI ENERGI
STRATEGI ALTERNATIF PENGOLAHAN LINDI
DENGAN MIKROORGANISME**

Penulis:

Yunardi
Nikita Emalya

Desain Cover:

Nur Muhamad Safi'i

Tata Letak:

Husnul Hafidhoh
Ida Farida
Komarudin

Editor:

Husnul Hafidhoh
Ida Farida
Komarudin

ISBN:

978-634-04-4082-9

Hak Cipta 2025, Pada penulis

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-
Undang

Copyright © Juni 2025

by Penerbit Greenbook Publishing Indonesia
All Right Reserved

**Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau
seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.**

Penerbit

Greenbook Publishing Indonesia

Jl. Sultan Ageng Tirtayasa No. 12, Kedungjaya, Kec. Kedawung
Kabupaten Cirebon, Jawa Barat 45611

PRAKATA

Pernahkah Anda membayangkan bahwa cairan hitam pekat yang mengalir dari tumpukan sampah justru bisa menjadi solusi? Selama ini, lindi kerap dianggap sebagai masalah besar karena kandungan zat organik, amonia, logam berat, dan berbagai senyawa berbahaya yang dapat mencemari air tanah maupun sungai. Namun, di balik tantangan tersebut tersimpan peluang: lindi memiliki kandungan nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk diolah menjadi sumber energi sekaligus meminimalisasi pencemaran. Melalui perspektif bioteknologi hijau, lindi dapat bertransformasi dari limbah berbahaya menjadi sumber daya yang bermanfaat.

Buku ini lahir dari tiga tahun penelitian kontinu yang kami lakukan dengan satu keyakinan sederhana: alam telah menyediakan solusinya sendiri. Mikroorganisme kecil seperti mikroalga dan bakteri, jika dikombinasikan dengan bijak, mampu mengubah masalah lingkungan menjadi peluang—membersihkan limbah sambil menghasilkan energi listrik.

Kami menyajikan uraian tentang karakteristik lindi, teknologi pengolahan konvensional yang selama ini diterapkan, serta inovasi berbasis mikroorganisme, terutama konsorsium mikroalga-bakteri dan sel bahan bakar mikroba sedimen (SMFC). Dengan bahasa yang komunikatif, buku ini tidak hanya untuk akademisi dan peneliti, tetapi juga bagi praktisi lingkungan, mahasiswa, dan siapa saja yang peduli terhadap keberlanjutan.

Yang membuat pendekatan ini menarik bukan hanya aspek teknisnya. Lebih dari itu, teknologi ini membuka peluang ekonomi baru: biomassa yang dihasilkan dapat

diolah menjadi bioenergi, pupuk hayati, bahkan pakan ternak. Dengan kata lain, dari limbah kita ciptakan nilai.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan—bimbingan, diskusi, maupun dorongan moral yang menguatkan. Semoga buku ini menjadi rujukan sekaligus inspirasi dalam mengembangkan strategi pengelolaan lingkungan yang lebih berkelanjutan, baik di Indonesia maupun secara global.

Banda Aceh, April 2025

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	1
DAFTAR ISI.....	3
DAFTAR GAMBAR.....	5
DAFTAR TABEL	6
BAB 1 PENDAHULUAN	7
A. KARAKTERISTIK LINDI.....	10
B. PENGOLAHAN LINDI DI INDONESIA.....	16
C. KONSORSIUM MIKROALG - BAKTERI UNTUK PENGOLAHAN LINDI.....	18
BAB 2 PRINSIP KERJA KONSORSIUM MIKROALGA- BAKTERI	21
A. FAKTOR YANG MEMENGARUHI KONSORSIUM MIKROALGA-BAKTERI.....	23
B. PEMANFAATAN BIOMASSA DARI KONSORSIUM MIKROALGA-BAKTERI	31
C. SEL BAHAN BAKAR MIKROBA SEDIMEN UNTUK PENGOLAHAN LINDI	33
BAB 3 PRINSIP KERJA SEL BAHAN BAKAR MIKROBA SEDIMEN	36
A. FAKTOR YANG MEMENGARUHI SEL BAHAN BAKAR MIKROBA SEDIMEN	37
B. MIKROORGANISME.....	40
BAB 4 APLIKASI SEL BAHAN BAKAR MIKROBA SEDIMEN UNTUK PEMBANGKITAN BIOLISTRIK	42
BAB 5 PENGOLAHAN LINDI MENGGUNAKAN KONSORSIUM MIKROALGA-BAKTERI	44
A. KARAKTERISTIK SAMPAH PADAT & LIMBAH LINDI DI UPTD-BPSR ACEH.....	44

B.	PENYISIHAN POLUTAN LINDI OLEH KONSORSIUM MIKROALGA-BAKTERI.....	47
C.	PERUBAHAN pH DI DALAM SISTEM UNTUK PENGOLAHAN LINDI.....	50
D.	PENGARUH KARBONDIOKSIDA TERHADAP PERTUMBUHAN KONSORSIUM MIKROALGA-BAKTERI.....	51
E.	KEHIDUPAN MIKROALGA DAN BAKTERI DALAM LINGKUNGAN AIR	52
BAB 6 PENGOLAHAN LINDI MENGGUNAKAN SEL BAHAN BAKAR MIKROBA SEDIMEN		55
A.	MATERIAL ELEKTRODA DAN KINERJA SISTEM	55
B.	MODIFIKASI ANODA DI DALAM SISTEM BIOELEKTRIK LIMBAH.....	57
C.	KELIPATAN JUMLAH ELEKTRODA DALAM SEL BAHAN BAKAR MIKROBA SEDIMEN.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....		63
BIOGRAFI PENULIS		75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme penghilangan polutan lindi oleh konsorsium mikroalga-bakteri	22
Gambar 2.2	Skema siklus nitrogen.....	27
Gambar 2.3	Diagram skema proses sel bahan bakar mikroba sedimen	34
Gambar 5.1	Rangkaian alat penelitian pengolahan limbah lindi menggunakan konsorsium mikroalga-bakteri dalam fotobioreaktor.....	48
Gambar 6.1	Bagan kroma keragaman komunitas bakteri dan kelimpahan relatif biofilm anoda	62

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Data kualitas lindi dari beberapa tempat pembuangan akhir di Indonesia	15
Tabel 2.1	Laju penyisihan nitrogen oleh mikroalga.....	29
Tabel 5.1	Jenis dan komposisi sampah di TPA Blang Bintang Tahun 2022	46
Tabel 5.2	Karakteristik lindi UPTD-BPSR Aceh	47

DARI LIMBAH MENJADI ENERGI STRATEGI ALTERNATIF PENGOLAHAN LINDI DENGAN MIKROORGANISME

Buku ini membahas isu penting tentang pengelolaan lingkungan, khususnya penanganan lindi—cairan berbahaya yang dihasilkan dari timbunan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Selama ini, lindi sering dianggap sebagai sumber pencemaran karena mengandung senyawa organik, amonia, logam berat, dan bahan berbahaya lain yang berisiko merusak ekosistem serta kesehatan manusia.

Namun, di balik permasalahan tersebut, buku ini menghadirkan sudut pandang baru: lindi tidak hanya sebagai limbah, tetapi juga memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif. Dengan pendekatan bioteknologi, mikroorganisme seperti mikroalga dan bakteri dapat dimanfaatkan untuk menguraikan polutan sekaligus menghasilkan energi ramah lingkungan.

Penulis menguraikan berbagai strategi, mulai dari karakteristik lindi, metode konvensional yang selama ini digunakan, hingga inovasi pengolahan berbasis konsorsium mikroalga–bakteri dan sel bahan bakar mikroba sedimen. Setiap pembahasan disusun dengan bahasa yang komunikatif, sehingga dapat dipahami tidak hanya oleh akademisi dan peneliti, tetapi juga oleh praktisi dan masyarakat luas yang peduli pada keberlanjutan lingkungan.

Buku ini memperlihatkan bagaimana teknologi ramah lingkungan mampu mengubah masalah menjadi peluang. Selain menawarkan solusi terhadap pencemaran, pendekatan ini juga membuka potensi ekonomi baru melalui pemanfaatan biomassa menjadi bioenergi, pupuk, hingga pakan. Dengan demikian, buku ini menjadi kontribusi penting dalam upaya menghadirkan masa depan yang lebih bersih, sehat, dan berkelanjutan.

Penerbit
Greenbook Publishing Indonesia
Jl. Sultan Ageng Tirtayasa No.12, Kedungjaya,
Kec. Kedawung, Kabupaten Cirebon,
Jawa Barat 45611
www.greenbook.id

