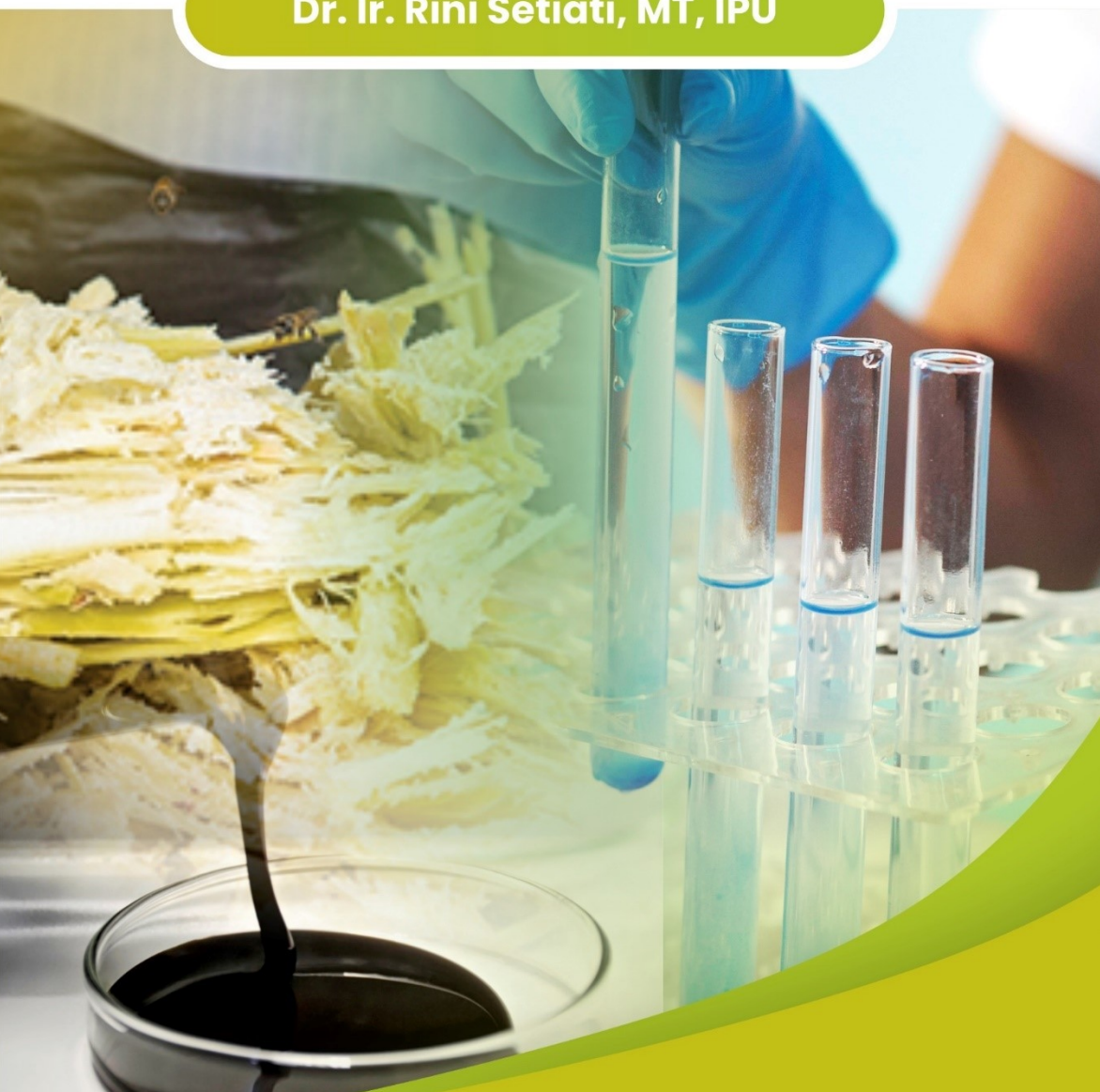




DARI AMPAS TEBU UNTUK MINYAK BUMI

Dr. Ir. Rini Setiati, MT, IPU



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

1. 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).
 2. 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).
 3. 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).
 4. 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 AMPAS TEBU UNTUK MINYAK BUMI

Dr. Ir. Rini Setiati, MT, IPU



GREENBOOK
Specialist International Standard Book Publishing

DARI AMPAS TEBU UNTUK MINYAK BUMI

Penulis:

Dr. Ir. Rini Setiati, MT, IPU

Desain Cover:

Nur Muhamad Safi'i

Tata Letak:

Komarudin

Editor:

Komarudin

ISBN:

978-634-7542-34-2

Cetakan Pertama:

2026

Hak Cipta 2025, Pada penulis

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

Copyright © 2026

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

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
Sekapur Sirih dari Penulis.....	ix
Bab 1: Indonesia dan Tantangan Minyak Bumi	1
1.1 Anatomi Krisis Produksi Minyak Nasional	1
1.2 Minyak yang Tidak Bisa Diproduksi.....	3
1.3 Enhanced Oil Recovery: Solusi dari Dalam Bumi.....	5
1.4 Mengapa Surfaktan Menjadi Pilihan Menarik?	7
Bab 2: Tebu, Gula, dan Harta Karun yang Tersembunyi	8
2.1 Industri Tebu Indonesia: Skala dan Tantangannya	8
2.2 Apa Itu Ampas Tebu? Mengenal Komposisi Kimianya	10
2.3 Lignin: Sang Pahlawan Tersembunyi	11
2.4 Perbandingan Kadar Lignin Berbagai Biomassa	12
2.5 Pemanfaatan Ampas Tebu: Kondisi Saat Ini.....	14
Bab 3: Mengenal Surfaktan Sains di Balik Sabun dan Minyak	16
3.1 Mengapa Air dan Minyak Tidak Bercampur?	16
3.2 Struktur Molekul Surfaktan: Dua Wajah dalam Satu Tubuh.....	18
3.3 Empat Golongan Surfaktan dan Sifat-sifatnya	19

3.4 Konsentrasi Kritis Misel (CMC): Titik di Mana Sihir Terjadi	21
3.5 Mekanisme Kerja Surfaktan di Reservoir Minyak.....	22
3.6 Parameter Kunci dalam Evaluasi Surfaktan EOR	24
Bab 4: Sintesis Surfaktan dari Ampas Tebu Langkah demi Langkah	27
4.1 Persiapan dan Pemilihan Bahan Baku	27
4.2 Isolasi Lignin: Memisahkan Harta dari Limbah.....	29
4.3 Reaksi Sulfonasi: Mengubah Lignin Menjadi Surfaktan	31
4.4 Karakterisasi Produk NaLS: Membuktikan Struktur Surfaktan	32
4.4.1 Analisis FTIR: Mengidentifikasi Gugus Fungsi	33
4.4.2 Analisis NMR: Menentukan Struktur Molekular	34
4.5 Penentuan Nilai HLB: Menilai Karakter Emulsifikasi	35
Bab 5: Pengujian Karakteristik Surfaktan Dari Tabung ke Batuan.....	38
5.1 Uji Kestabilan Larutan (Aqueous Stability Test)	38
5.2 Uji Kelakuan Fasa (Phase Behavior Test)	40
5.3 Uji Tegangan Antarmuka (IFT Test)	41
5.4 Uji Kestabilan Termal (Thermal Stability Test).....	44

5.5 Uji Adsorpsi: Berapa Banyak Surfaktan yang 'Hilang'?	45
5.5.1 Adsorpsi Statis	45
5.5.2 Adsorpsi Dinamis	46
5.6 Uji Kebasahan Batuan (Wettability Test)	47
Bab 6: Hasil Injeksi Bukti di Lapangan (Simulasi)	49
6.1 Rancangan Eksperimen Injeksi	49
6.2 Hasil Perolehan Minyak: Data Lengkap	50
6.3 Menganalisis Pola: Dua Area Perolehan Tinggi	51
Area Perolehan Tinggi Pertama: Salinitas Rendah (5.000-10.000 ppm)	52
Zona Perolehan Rendah: Salinitas Sedang (20.000-40.000 ppm)	52
Area Perolehan Tinggi Kedua: Salinitas Tinggi (70.000-80.000 ppm)	53
6.4 Perbandingan Detail: Yang Terbaik vs yang Terburuk	54
6.5 Hubungan Antara IFT, Sudut Kontak, dan Perolehan Minyak	55
Bab 7: Interpretasi Mendalam Mengapa Hasilnya Seperti Ini?	57
7.1 Mengapa Surfaktan NaLS Hanya Cocok untuk Minyak Ringan?	57
7.2 Misteri Salinitas Dua Area: Penjelasan Mekanistik	59

7.2.1 Salinitas Rendah-Sedang (Optimal ~5.000-10.000 ppm)	59
7.2.2 Salinitas Sedang (Suboptimal: ~20.000-40.000 ppm).....	60
7.2.3 Salinitas Sangat Tinggi (Kembali Optimal: ~80.000 ppm)	60
7.3 Peran Adsorpsi dalam Menentukan Perolehan Minyak.....	61
7.4 Relevansi Temuan dengan Kondisi Reservoir Indonesia	62
Bab 8: Menuju Komersialisasi Tantangan dan Strategi	64
8.1 Roadmap Komersialisasi: Empat Tahap.....	64
8.2 Tantangan Teknis yang Harus Diatasi.....	65
8.2.1 Scale-Up Proses Produksi.....	65
8.2.2 Variabilitas Bahan Baku.....	66
8.2.3 Uji pada Kondisi Reservoir yang Lebih Ekstrem .	67
8.3 Analisis Ekonomi: Apakah Menguntungkan?.....	67
8.3.1 Sisi Biaya	68
8.3.2 Sisi Manfaat	69
8.4 Model Bisnis yang Mungkin	69
Bab 9: Konteks Global dan Visi untuk Indonesia	71
9.1 EOR dalam Lanskap Transisi Energi	71
9.2 Tren Global dalam Surfaktan Berbasis Biomassa	72
9.3 Posisi Indonesia dalam Peta Inovasi Global.....	73

9.4 Pelajaran dari Negara Lain	75
Bab 10: Kimia Lignin yang Lebih Dalam	76
10.1 Biosintesis Lignin: Bagaimana Tanaman Membuatnya.....	76
10.2 Tiga Jenis Lignin Berdasarkan Monolignol Penyusun.....	77
10.3 Gugus Fungsi Reaktif dalam Lignin	78
10.4 Polydispersity: Mengapa Massa Molekul NaLS Sulit Ditentukan.....	79
10.5 Perbandingan NaLS Ampas Tebu dengan NaLS Komersial.....	80
Bab 11: Teknologi EOR di Dunia Perspektif Komparatif	83
11.1 Sejarah Singkat Perkembangan EOR.....	83
11.2 Studi Kasus EOR di Berbagai Negara	84
11.3 Perkembangan Surfaktan EOR dari Waktu ke Waktu	86
11.4 Injeksi Kimia Kombinasi: ASP Flooding.....	87
11.5 Smart Water Flooding: EOR dengan Hanya Air?	88
Bab 12: Dampak Sosial Ekonomi dan Kebijakan	90
12.1 Dampak terhadap Petani dan Industri Tebu	90
12.2 Ketahanan Energi Nasional	91
12.3 Regulasi dan Kerangka Kebijakan.....	92
12.3.1 Kebijakan Insentif untuk EOR	92

12.3.2 Regulasi Lingkungan	93
12.3.3 Standarisasi Industri.....	93
12.4 Peluang Ekspor dan Transfer Teknologi	94
12.5 Kontribusi terhadap Tujuan Pembangunan Berkelanjutan.....	95
Bab 13: Metodologi Penelitian yang Teliti Belajar dari Caranya.....	97
13.1 Rancangan Eksperimen yang Sistematis	97
13.2 Validasi Melalui Multiple Analytical Techniques	98
13.3 Pentingnya Kontrol dan Referensi.....	99
13.4 Reprodusibilitas dan Repeatability	100
13.5 Keterbatasan Metodologis dan Cara Mengatasinya	101
Bab 14: Pertanyaan dan Jawaban Dialog dengan Pembaca	103
14.1 Pertanyaan dari Pelajar dan Mahasiswa.....	103
T: Apakah saya harus kuliah kimia atau perminyakan untuk bisa berkontribusi pada bidang ini?	103
T: Mengapa penelitian ini dilakukan di Indonesia dan tidak di luar negeri?	104
T: Berapa lama lagi teknologi ini bisa diterapkan secara komersial?	104
T: Apakah ampas tebu yang dipakai mengurangi pasokan untuk penggunaan lain?	105
14.2 Pertanyaan dari Praktisi Industri.....	105

T: Apa perbedaan biaya antara NaLS ampas tebu dengan surfaktan komersial yang ada?	105
T: Bagaimana dengan dampak lingkungan dari proses produksi surfaktan ini?	106
T: Apakah penelitian ini sudah diuji di sumur minyak nyata?	106
14.3 Pertanyaan Filosofis dan Strategis	107
T: Apakah mengoptimalkan produksi minyak bumi adalah hal yang benar mengingat perubahan iklim?	107
T: Mengapa Indonesia harus mengembangkan teknologi sendiri jika bisa membeli dari negara lain?	107
Bab 15: Untuk Generasi Penerus Inspirasi Inovasi	109
15.1 Mendengarkan Masalah yang Tidak Terucap	109
15.2 Ketekunan di Tengah Ketidakpastian	110
15.3 Interdisipliner: Kekuatan yang Sering Diabaikan	111
15.4 Sains sebagai Layanan bagi Masyarakat	112
15.5 Pesan Terakhir: Indonesia Bisa	113
Penutup: Sintesis dan Harapan	115
Pencapaian Utama Penelitian	115
Keterbatasan dan Agenda Penelitian Lanjutan	116
Harapan untuk Masa Depan	117
Glosarium Istilah Teknis	119

Appendiks: Penelitian-Penelitian Sebelumnya

yang Relevan.....	126
A. Penelitian tentang Ampas Tebu dan Lignin	126
B. Penelitian tentang Surfaktan dan Sulfonasi Lignin.....	127
C. Penelitian Injeksi Surfaktan untuk EOR	128
Tentang Penulis	129

DARI AMPAS TEBU UNTUK MINYAK BUMI

Dari Ampas Tebu ke Sumur Minyak mengisahkan bagaimana sesuatu yang sering dianggap limbah ternyata memiliki potensi besar bagi masa depan. Ampas tebu, yang biasanya hanya dibuang atau digunakan secara sederhana, diangkat sebagai sumber inovasi yang mampu memberikan solusi bagi tantangan energi di Indonesia.

Buku ini mengajak pembaca melihat lebih dekat hubungan antara kehidupan sehari-hari, dunia industri, dan perkembangan ilmu pengetahuan. Dengan bahasa yang sederhana, pembaca diperkenalkan pada bagaimana ide-ide baru dapat muncul dari permasalahan yang ada, serta bagaimana pemanfaatan sumber daya lokal dapat memberikan nilai tambah yang luar biasa.

Tidak hanya membahas tentang sains, buku ini juga memberikan gambaran tentang peluang, tantangan, dan harapan dalam mengembangkan inovasi di Indonesia. Di dalamnya tersimpan pesan bahwa perubahan besar bisa dimulai dari hal kecil, bahkan dari sesuatu yang selama ini terabaikan. Buku ini cocok bagi siapa saja yang ingin memahami bagaimana kreativitas, ilmu pengetahuan, dan kepedulian terhadap lingkungan dapat berpadu menjadi solusi nyata bagi kehidupan yang lebih baik.

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



ISBN 978-634-7542-34-2



9

786347

542342