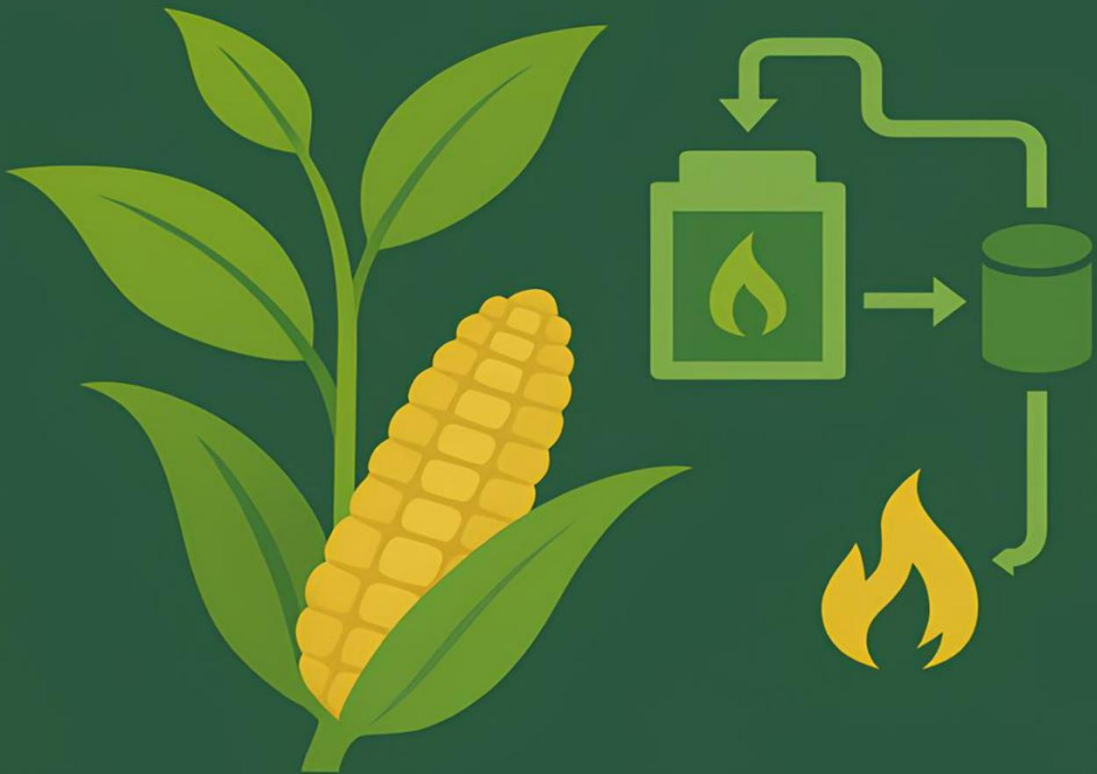




BIOENERGI DAN KONVERSI BIOMASSA



Dr. Yohanis Tangke Tosuli, S.T., M.T. | Dr. Ir. Joni, S.T., M.T., IPM. | Dr. Ir. Marthen Liga, S.T., M.Eng.
Dr. Ir. Rudi Hermawan, S.T., M.M., M.T. | Dr. Ir. Obet Takke Ranteallo, S.T., M.T.
Dr. Ir. Samuel Parlindungan Siregar, S.T., M.T. | Ir. Enos Tambing, S.T., M.T.
Dipl.- Ing. (FH) Mickael Ruben Kaiway, M.Eng.

**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).

BIOENERGI DAN KONVERSI BIOMASSA

Dr. Yohanis Tangke Tosuli, S.T., M.T.

Dr. Ir. Joni, S.T., M.T., IPM.

Dr. Ir. Marthen Liga, S.T., M.Eng.

Dr. Ir. Rudi Hermawan, S.T., M.M., M.T.

Dr. Ir.Obet Takke Ranteallo, S.T. M.T

Dr. Ir. Samuel Parlindungan Siregar, S.T., M.T.

Dipl.Ing. (FH) Ruben Kaiway M.Eng

BIOENERGI DAN KONVERSI BIOMASSA

Penulis:

Dr. Yohanis Tangke Tosuli, S.T., M.T.

Dr. Ir. Joni, S.T., M.T., IPM.

Dr. Ir. Marthen Liga, S.T., M.Eng.

Dr. Ir. Rudi Hermawan, S.T., M.M., M.T.

Dr. Ir.Obet Takke Ranteallo, S.T. M.T

Dr. Ir. Samuel Parlindungan Siregar, S.T., M.T.

Dipl.Ing. (FH) Ruben Kaiway M.Eng

Desain Cover:

Nur Muhamad Safi'i

Tata Letak:

Husnul Hafidhoh

Komarudin

Editor:

Husnul Hafidhoh

Komarudin

ISBN: -

Hak Cipta 2025, Pada penulis

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

Copyright © 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**

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan penyertaan-Nya sehingga buku ini yang berjudul *"Bioenergi dan Konversi Biomassa"* dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai salah satu upaya untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai potensi biomassa sebagai sumber energi terbarukan serta berbagai teknologi konversi yang dapat diterapkan untuk mendukung transisi energi berkelanjutan di Indonesia.

Peningkatan kebutuhan energi global yang diiringi dengan berkurangnya cadangan bahan bakar fosil telah mendorong berbagai negara, termasuk Indonesia, untuk mengembangkan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Biomassa sebagai salah satu sumber energi terbarukan memiliki potensi besar karena ketersediaannya yang melimpah, sifatnya yang dapat diperbaharui, serta kontribusinya dalam menurunkan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, pemahaman mengenai karakteristik biomassa, teknologi konversi seperti pirolisis, gasifikasi, dan fermentasi, serta aspek teknis dan ekonominya menjadi hal yang penting untuk dipelajari dan dikembangkan.

Buku ini Setiap bab disusun secara sistematis, dimulai dari konsep dasar energi terbarukan, karakteristik biomassa, teknologi konversi termokimia dan biokimia, hingga aplikasi dan prospek pengembangan bioenergi di masa depan. Diharapkan buku ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa, peneliti, akademisi, praktisi industri, serta pihak-pihak yang memiliki kepedulian terhadap pengembangan energi bersih dan berkelanjutan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan buku ini masih terdapat berbagai keterbatasan, baik dalam cakupan pembahasan maupun kedalaman analisis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang.

Akhirnya, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga buku ini dapat terselesaikan. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi kecil dalam upaya mewujudkan kemandirian energi nasional berbasis sumber daya biomassa.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Pentingnya Pengembangan Bioenergi di Indonesia	3
C. Definisi dan Klasifikasi Biomassa.....	4
D. Proses Konversi Biomassa Menjadi Energi	5
E. Tantangan dan Peluang.....	6
BAB 2.....	7
ENERGI TERBARUKAN DAN PERAN BIOENERGI.....	7
A. Latar Belakang.....	7
B. Definisi dan Klasifikasi Energi Terbarukan	7
C. Kontribusi Energi Terbarukan terhadap Pembangunan Berkelanjutan.....	8
D. Konsep dan Jenis Bionergi.....	9
E. Keunggulan dan Keterbatasan Bioenergi	10
1. Keunggulan :.....	10
2. Keterbatasan :	10
F. Peran Bioenergi dalam Sistem Energi Nasional.....	11
G. Kebijakan dan rencana Pengembangan Bioenergi di Indonesia 11 12	
H. Tantangan Global dan Tren Masa Depan Bioenergi....	13
BAB 3.....	14

DASAR-DASAR BIOMASSA.....	14
A. Latar Belakang.....	14
B. Definisi Biomassa	14
C. Klasifikasi Biomassa.....	15
D. Komposisi Kimia Biomassa	18
E. Sifat Fisik Biomassa.....	19
F. Karakteristik Termal dan Perilaku Pirolisis	20
G. Potensi Biomassa di Indonesia.....	21
H. Tantangan dalam Pemanfaatan Biomassa.....	24
BAB 4.....	29
TEKNOLOGI KONVERSI BIOMASSA	29
A. Latar Belakang.....	29
B. Konversi Termokimia.....	29
C. Konversi Biokimia	30
D. Konversi Fisik dan Kimia	31
E. Perbandingan Efektivitas Teknologi Konversi.....	31
F. Peran Teknologi Konversi dalam Ekonomi Sirkular dan Energi Berkelanjutan	32
BAB 5.....	34
APLIKASI DAN IMPLEMENTASI BIOENERGI.....	34
A. Latar Belakang.....	34
B. Aplikasi Bioenergi di Sektor Kelistrikan	34
C. Pemanfaatan Bioenergi untuk Transportasi.....	35
D. Pemanfaatan Bioenergi di sektor Rumah Tangga dan Industri Kecil.....	35
1. Kompor Biomassa dan Gasifikasi Mini.....	35
2. Biodigester Rumah Tangga	36
E. Implementasi dan Kebijakan Bioenergi di Berbagai Negara.....	36

BAB 6.....	37
KEBIJAKAN, EKONOMI, DAN KEBERLANJUTAN	
BIOENERGI	37
Makna dan Implikasi.....	41
BAB 7.....	48
TEKNOLOGI GASIFIKASI BIOMASSA DAN APLIKASINYA..	48
BAB 8.....	63
TEKNOLOGI PIROLIS DAN PRODUKSI BIO-OIL	63
BAB 9.....	89
TEKNOLOGI FERMENTASI DAN PRODUKSI BIOETANOL ...	89
A. Latar Belakang.....	89
B. Prinsip Dasar Proses Fermentasi Biomassa.....	89
C. Bahan Baku Produksi Bioetanol.....	89
D. Tahapan Proses Produksi Bioetanol	92
E. Mikroorganisme dan Teknologi Fermentasi.....	94
F. Produksi Bioetanol Generasi Kedua.....	96
G. Analisis Energi dan Ekonomi Produksi Bioetanol	97
Penjelasan Tambahan	99
H. Studi Kasus Industri Bioetanol di Indonesia.....	100
I. Implementasi Industri Bioetanol Global dan Indonesia	101
BAB 10.....	102
TEKNOLOGI GASIFIKASI DAN PIROLISIS TERPADU UNTUK	
PRODUKSI ENERGI MULTIFUEL.....	102
A. Latar Belakang.....	102
B. Prinsip Dasar dan Reaksi Kimia Utama	103
C. Sistem Terpadu Gasifikasi-Pirolisis	103
D. Jenis dan Konfigurasi Reaktor Terpadu	107
E. Produk Energi Multifuel.....	107
F. Integrasi Energi dan Optimasi Termal	109

G. Studi Kasus: Gasifikasi-Pirolisis Ampas Sagu dan Sekam Padi di Indonesia	110
H. Prospek Pengembangan Sistem Multifuel di Indonesia	111
BAB 11.....	112
PROSPEK MASA DEPAN DAN INOVASI TEKNOLOGI BIOENERGI	112
A. Latar Belakang.....	112
1. Tren Global Teknologi Bioenergi.....	112
2. Inovasi Teknologi di Indonesia.....	113
Catatan / Penjelasan Tambahan.....	116
B. Peluang Pengembangan Bioenergi di Indonesia	116
C. Tantangan dan Isu Strategis.....	117
D. Arah Inovasi Masa Depan.....	117
E. Sinergi Riset dan Kebijakan.....	118
<i>DAFTAR PUSTAKA</i>	<i>120</i>
<i>LAMPIRAN</i>	<i>123</i>
1. Notasi dan Satuan Umum.....	123
2. Konversi Basis Kadar Air	123
3. Perhitungan HHV / LHV.....	124
4. Stoikiometri Pembakaran (Udara Teoritis)	124
5. Perhitungan Gasifikasi – Indikator Penting.....	124
6. Komposisi Gas ke Energi (perhitungan contoh).....	125
7. Mass Balance Sederhana (per kg biomassa kering).....	125
4. Perhitungan Ukuran Reaktor (kasar)	126
8. Contoh Perhitungan (Dengan Asumsi: Ampas Sagu – contoh hipotesis)	126
5. Perhitungan Bioethanol (jika relevan).....	127
6. Template Tabel Output Perhitungan (untuk laporan lampiran).....	127

7. Checklist Data Laboratorium yang Diperlukan	127
8. Referensi & Catatan Praktis.....	128
TENTANG PENULIS.....	129