

# **BIOREFINERY MIKROALGA: Dari Mikroalga menjadi Energi, Material, Komponen Aktif, Pangan, dan Pakan**

**Penulis:**

Arief Budiman  
Eko Agus Suyono  
Nugroho Dewayanto  
Putri Restu Dewati  
Yano Surya Pradana  
Teta Fathya Widawati



Gadjah Mada University Press

# DAFTAR ISI

PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB 1    PENGANTAR.....	1
1.1.    Mikroalga.....	1
1.2. <b>Biorefinery</b> .....	3
1.2.1.    Konsep <b>Biorefinery</b> .....	3
1.2.2.    Klasifikasi <b>Biorefinery</b> .....	4
1.2.3. <b>Biorefinery</b> vs Minyak Bumi <b>Refinery</b> .....	11
1.3. <b>Biorefinery</b> Mikroalga .....	12
Kesimpulan.....	15
Daftar Pustaka .....	17
BAB 2    KULTIVASI, PEMANENAN DAN EKSTRAKSI MIKROALGA.....	21
2.1.    Kultivasi Mikroalga .....	21
2.1.1.    Autotrof.....	22
2.1.2.    Heterotrof.....	37
2.1.3.    Miksotrof .....	40
2.2.    Pemanenan Mikroalga.....	41
2.2.1. <b>Screening</b> .....	42

	2.2.2. <b>Thickening</b> .....	43
	2.2.3. <b>Dewatering</b> .....	49
2.3.	Ekstraksi Mikroalga .....	53
	2.3.1. Metode <b>Total Lipid Extraction</b> .....	53
	2.3.2. Ekstraksi Secara Mekanis .....	54
	2.3.3. Metode <b>Solvent-free Extraction</b> .....	57
	Kesimpulan.....	59
	Daftar Pustaka .....	60
BAB 3	BIOFUEL DARI MIKROALGA.....	65
3.1.	Biodiesel.....	66
	3.1.1. Karakteristik dan Penyusun Biodiesel .....	67
	3.1.2. Produksi Biodiesel .....	69
	3.1.3. Purifikasi Biodiesel .....	80
3.2.	Bioetanol .....	83
	3.2.1. Katakteristik Bietanol .....	84
	3.2.2. Produksi Bioetanol.....	85
	3.2.2.1. <b>Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)</b> .....	87
	3.2.3. Purifikasi Bioetanol .....	89
3.3.	<b>Bio-oil</b> .....	90
	3.3.1. Produksi <b>Bio-oil</b> .....	91
	3.3.2. <b>Upgrading Bio-oil</b> .....	96
3.4.	Biogas.....	100
	3.4.1. Produksi Biogas .....	101
	3.4.2. Peningkatan <b>Yield</b> dan Kualitas Biogas .....	104
3.5.	Biohidrogen.....	111
	Kesimpulan.....	114
	Daftar Pustaka .....	116
BAB 4	BIOMATERIAL DAN BIOFERTILIZER DARI MIKROALGA.....	123
4.1.	<b>Biochar</b> .....	123
	4.1.1. Produksi <b>Biochar</b> .....	124
	4.1.2. Pemanfaatan <b>Biochar</b> .....	129
4.2.	Bioplastik .....	131

4.2.1.	Mikroalga-Mikroalga Sumber Bioplastik.....	134
4.2.2.	Bahan Campuran dan Zat Aditif pada Bioplastik Berbasis Mikroalga.....	138
4.2.3.	Teknologi Produksi Bioplastik Berbasis Mikroalga.....	140
4.3.	Biokomposit .....	144
4.3.1.	Pemanfaatan Kandungan Mikroalga sebagai Bahan Biokomposit .....	146
4.3.2.	Mikroalga Sebagai <b>Filler</b> Biokomposit .....	149
4.3.3.	Mikroalga Sebagai Matriks Biokomposit.....	153
4.4.	Biofertilizer, Biostimulan, Biopestisida.....	156
4.4.1.	Komponen-Komponen Mikroalga Penunjang Aktivitas Agrikultur .....	159
4.4.2.	Pengaruh Mikroalga pada Peningkatan Produktivitas Tanaman.....	162
4.4.3.	Interaksi Mikroalga dengan <b>Plant Growth-Promoting Bacteria</b> (PGPB) .....	165
	Kesimpulan.....	168
	DAFTAR PUSTAKA .....	170
BAB 5	KOMPONEN AKTIF MIKROALGA .....	175
5.1.	Protein .....	176
5.1.1	Purifikasi Protein .....	176
5.1.2.	Protein Kompleks pada Mikroalga .....	179
5.1.3	Asam Amino pada Mikroalga.....	183
5.2	Vitamin.....	189
5.2.1	Kandungan dan Manfaat Vitamin pada Mikroalga.....	190
5.2.2.	Peningkatan Produksi Vitamin pada Mikroalga.....	201
5.3	Polisakarida .....	203
5.3.1.	Karakterisasi Polisakarida pada Mikroalga ....	204
5.3.2.	Bioaktivitas dan Aplikasi Polisakarida dari Mikroalga.....	206

5.4	Karotenoid.....	208
5.5	Antioksidan Alami .....	212
5.6	Lipid .....	219
	5.6.1. Lipid Netral.....	220
	5.6.2. Lipid Polar .....	224
	Kesimpulan.....	225
	Daftar Pustaka .....	226
BAB 6	MIKROALGA UNTUK PANGAN, NUTRASETICAL, DAN PAKAN.....	233
6.1.	Mikroalga untuk Pangan dan Nutrasetikal.....	235
	6.1.1. Pemanfaatan Pigmen Mikroalga dalam Bidang Pangan dan Nutrasetikal .....	236
	6.1.2. Pemanfaatan Lipid Mikroalga dalam Bidang Pangan dan Nutrasetikal .....	241
	6.1.3. <b><i>Chlorella</i></b> dan <b><i>Spirulina</i></b> sebagai Pangan Fungsional dan Suplemen Makanan.....	243
	6.1.4. <b><i>Haematococcus</i></b> dan <b><i>Dunaliella</i></b> sebagai Bahan Baku Produk Nutrasetikal.....	248
	6.1.5. Pemanfaatan Mikroalga sebagai Tepung Protein Sel Tunggal (PST).....	250
6.2.	Mikroalga untuk Pakan .....	252
	6.2.1. Pemanfaatan Mikroalga sebagai Pakan Ternak Akuakultur .....	253
	6.2.2. Pemanfaatan Mikroalga sebagai Pakan Ternak Unggas .....	256
	6.2.3. Pemanfaatan Mikroalga sebagai Pakan Ternak Ruminansia .....	260
	6.2.4. Pemanfaatan Mikroalga sebagai Pakan Ternak Nonruminansia.....	264
	6.2.5. Produk Pakan Berbasis Mikroalga.....	266
6.3	Perkembangan Mikroalga di Bidang Farmasetika .....	270
6.4	Toksisitas Mikroalga .....	273
	Kesimpulan.....	274
	DAFTAR PUSTAKA .....	275

BAB 7	SPIRULINA.....	281
7.1.	Kandungan Komponen Aktif <i>Spirulina</i> .....	283
7.2.	Pemanfaatan <i>Spirulina</i> sebagai <i>Superfood</i> .....	289
7.2.1	Keunggulan Komponen Aktif pada <i>Spirulina</i>	290
7.2.1.	Produksi <i>Superfood Spirulina</i> .....	296
7.3.	Manfaat <i>Spirulina</i> .....	301
7.3.1.	Manfaat <i>Spirulina</i> bagi Tubuh Manusia.....	301
7.3.2.	Manfaat <i>Spirulina</i> bagi Hewan Ternak .....	307
7.3.3	Manfaat Lain dari <i>Spirulina</i> .....	312
	Kesimpulan.....	316
	DAFTAR PUSTAKA .....	317
INDEKS .....		323
TENTANG PENULIS .....		327