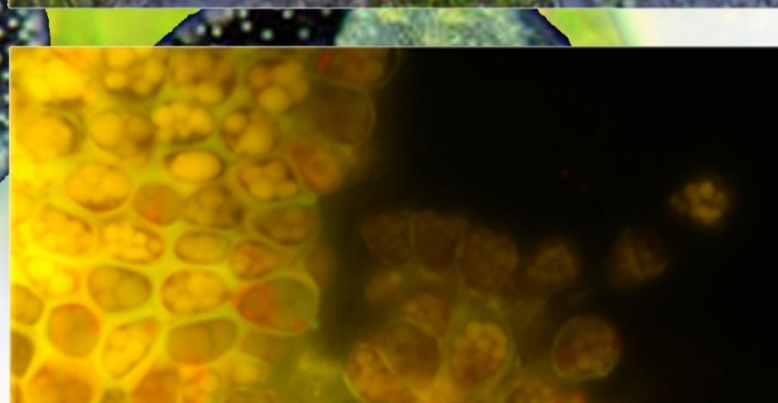
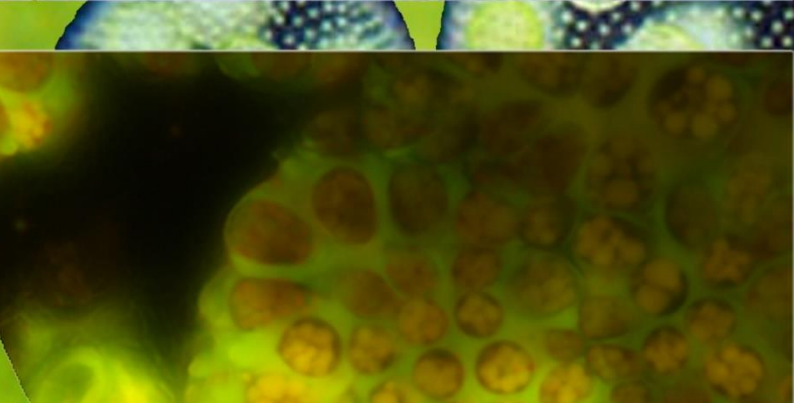
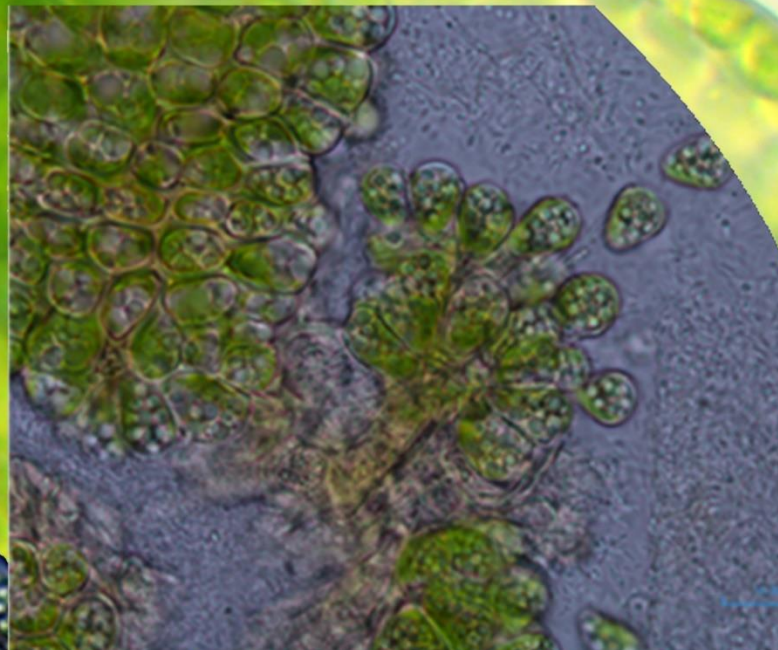
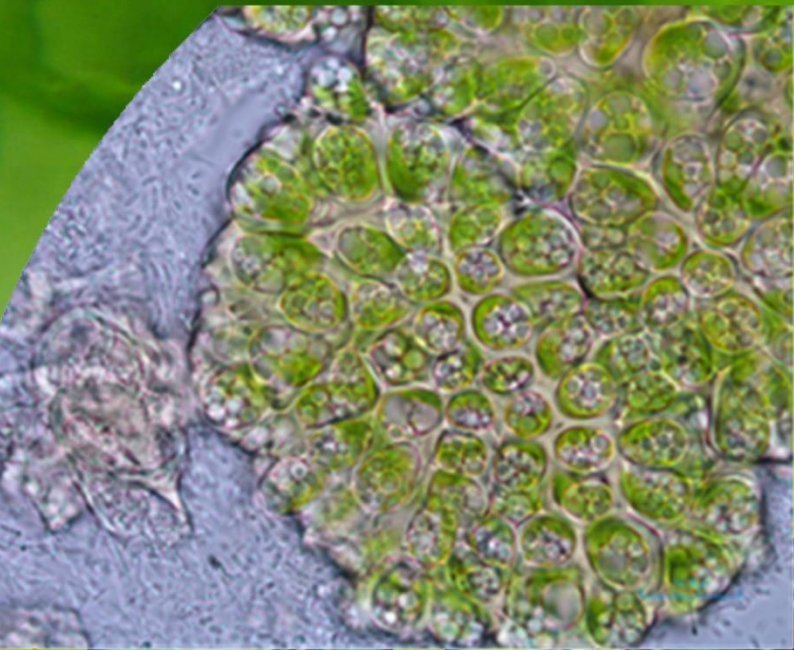


Rudy Agung Nugroho

# Seluk beluk MIKROALGA dan *Botryococcus braunii*



Rudy Agung Nugroho

# SELUK BELUK MIKROALGA

dan

*Botryococcus braunii*

## UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

### Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

### Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

### Sanksi Pelanggaran Pasal 113

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 Rp100.000.000 (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 Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

**SELUK BELUK MIKROALGA DAN *Botryococcus braunii***

**Rudy Agung Nugroho**

Desain Cover :

**Penulis**

Sumber :

**Penulis**

Tata Letak :

**Titis Yuliyanti**

Proofreader :

**Avinda Yuda Wati**

Ukuran :

**xiv, 158 hlm, Uk: 14x20 cm**

ISBN :

**978-623-02-2767-7**

Cetakan Pertama :

**April 2021**

Hak Cipta 2021, Pada Penulis

---

Isi diluar tanggung jawab percetakan

---

**Copyright © 2021 by Deepublish Publisher**  
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau  
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini  
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT DEEPUBLISH**  
**(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)**

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: [www.deepublish.co.id](http://www.deepublish.co.id)

[www.penerbitdeepublish.com](http://www.penerbitdeepublish.com)

E-mail: [cs@deepublish.co.id](mailto:cs@deepublish.co.id)

c. Ekstraksi Pelarut Berbasis CO <sub>2</sub> .....	47
d. Ekstraksi ILs.....	49
e. Ekstraksi Pelarut yang dapat berganti ( <i>Switchable</i> ) .....	50
f. Metode Visualisasi Lipid <i>Nile red</i> .....	51
g. Metode SPV .....	52
6. Bioreaktor mikroalga.....	54
A. Macam mikroalga dan bioreaktor yang cocok .....	54
B. Sistem kultur terbuka.....	57
C. Sistem kultur tertutup .....	58
D. Fotobioreaktor .....	59
7. Mengenal <i>Botryococcus braunii</i> .....	62
A. Kondisi konsumsi BBM .....	62
B. Potensi mikroalga sebagai sumber biofuel .....	63
C. Mengenal <i>Botryococcus braunii</i> .....	64
D. Struktur sel, metabolisme dan siklus hidup <i>B. braunii</i> .....	65
E. Klasifikasi .....	68
F. Isolasi dan karakterisasi <i>B. Braunii</i> .....	69
F. Potensi minyak <i>Botryococcus braunii</i> .....	75
G. Struktur genom .....	77
8 Mikroalga di bidang kosmetik.....	79
A. Jenis-jenis mikroalga.....	79
B. Bahan aktif mikroalga untuk kosmetik.....	82
C. Potensi pigmen untuk kosmetik.....	83
D. Produk komersial mikroalga.....	85
9. Mikroalga di bidang akuakultur .....	87
A. Potensi yang tersimpan.....	87
B. Mikroalga dalam perikanan .....	91
C. Alternatif pengganti minyak ikan .....	92
Daftar pustaka .....	95
Indeks .....	104
Biografi penulis.....	106

## Prakata

Indonesia kaya akan keanekaragaman hayati, mulai dari tumbuhan, hewan dan mikrobia, termasuk mikroalga. Salah satu jenis mikroalga, yaitu *Botryococcus braunii*, telah diteliti dan dinyatakan mempunyai potensi yang besar dalam menghasilkan minyak. Seperti diketahui, minyak bumi yang berasal dari fosil, sumbernya sangat terbatas. Untuk itu, perlu dicari alternatif penghasil minyak dari sumber yang dapat terbarukan. Di samping potensinya sebagai sumber minyak bumi yang terbarukan, minyak dari mikroalga tersebut juga berpotensi untuk digunakan di bidang lainnya, seperti sebagai pengganti minyak ikan dalam pakan ikan (bidang akuakultur), dan juga bahan dasar kosmetika. Sementara itu biomassa dari mikroalga mengandung protein dengan kadar tinggi serta senyawa-senyawa penting lainnya.

Untuk mengulas hal tersebut di atas, buku referensi “Seluk beluk Mikroalga dan *Botryococcus braunii*” ini hadir dalam 9 (Sembilan) bab yang akan mengulas mengenai mikroalga pada umumnya dan *Botryococcus braunii* secara khusus. Isi dari buku ini diambil dari berbagai riset terdahulu dan juga riset yang telah dilakukan oleh penulis. Buku ini berisi tentang pengenalan mikroalga, dan tinjauan tentang *Botryococcus braunii* dan potensi mikroalga di bidang akuakultur.

Dalam penyusunan buku ini tentu saja terselip kekurangan-kekurangan, untuk itulah saran dan kritik yang membangun dari para pembaca sangat dibutuhkan untuk kesempurnaan buku ini. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti/Brin yang telah memberikan hibah Penelitian tentang *Botryococcus braunii* melalui hibah Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT) yang diberikan kepada peneliti pada Tahun 2019-2020, (Nomer kontrak: 201/UN17.41/KPT/2019 dan 201/UN17.41/KL/2020), ucapan terima kasih juga kepada LP2M Universitas Mulawarman, serta Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman, khususnya, Jurusan Biologi. Terkhusus kepada tim peneliti Prof. Enos Tangke Arung, Ph.D., Rr. Dirgarini Julia Nurlianti Subagyo, Ph.D, tim teknis: Rudianto, S.Si., Widha Prahastika, S.Si., Juga kepada Kolega peneliti A/Prof. Koji Kawamura, Ph.D dan Kotaro Hirano (Osaka Institute of Technology, Japan). Akhir kata, semoga isi dari buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menjadi Bagian dari perkembangan ilmu pengetahuan di bumi Indonesia.

Samarinda, 28 Oktober 2020  
Penulis  
Rudy Agung Nugroho

## Daftar Tabel

Tabel 1. Sistem pertumbuhan mikroalga.....	11
Tabel 2. Komposisi nutrisi spesies mikroalga dalam persentase bahan biomassa kering .....	16
Tabel 3. Kandungan protein diberbagai makanan termasuk dalam mikroalga .....	19
Tabel 4. Aktivitas karotenoid dan fenolik berbagai strain mikroalga .....	24
Tabel 5. Spesies alga/mikroalga yang banyak diteliti dengan spektroskopi Raman .....	36
Tabel 6. Pra perlakuan Bead Mill dalam produksi biofuel dari mikroalga .....	41
Tabel 7. Penentuan kandungan lipid mikroalga menggunakan pelarut organik konvensional. ....	46
Tabel 8. Perbandingan antara ekstraksi pelarut organik konvensional dan pendekatan ekstraksi pelarut berbasis CO <sub>2</sub> .....	48
Tabel 9. Prosedur uji Nile Red untuk penentuan lipid mikroalga. ....	51
Tabel 10. Perbandingan kultur sistem terbuka dan sistem tertutup .....	56
Tabel 11. Senyawa aktif mikroalga dan cyanobacteria yang bermanfaat di bidang kosmetik .....	81
Tabel 12. Perbandingan persentase (%) komposisi asam lemak antara minyak ikan komersial dengan <i>Botryococcus braunii</i> .....	94

## Daftar Gambar

Gambar 1. Produksi biofuel dari mikroalga .....	8
Gambar 2. Proses produksi biofuel dari alga.....	10
Gambar 3. Maksimalisasi nilai hasil sampingan untuk biofuel dan kepentingan industri .....	11
Gambar 4. <i>Chlorella vulgaris</i> .....	18
Gambar 5. Model Molekul lipid.....	20
Gambar 6. Karotenogenesis (jalur terpilih dan struktur molekul).....	22
Gambar 7. Sistem kultur dua tahap .....	33
Gambar 8. Diagram skematis apparatus pra perlakuan termal .....	44
Gambar 9. Diagram skematis mekanisme ekstraksi lipid mikroalga berbasis pelarut organik. ....	45
Gambar 10 Mikroalga fotoautotrof .....	54
Gambar 11. Model reaktor kultur mikroalga. Sistem terbuka dan tertutup.....	59
Gambar 12. Contoh fotobioreaktor/Photobioreactors (PBRs).....	61
Gambar 13. Konsumsi Bahan bakar nasional tahun 2006-2017 .....	62
Gambar 14. Proses produksi energi terbarukan dari mikroalga.....	63
Gambar 15. Koloni <i>Botryococcus braunii</i> dan tetes minyak hidrokarbonnya .....	66
Gambar 16. Struktur sel <i>Botryococcus braunii</i> .....	66
Gambar 17. Lokasi sampling (0°25'38.35"S; 117°00'23.21"E).....	70
Gambar 18. Koloni <i>Botryococcus braunii</i> .....	71
Gambar 19. Kurva pertumbuhan isolat <i>B. braunii</i> dari perairan Tenggara, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, Indonesia .....	72
Gambar 20. Konsentrasi fosfat dan protein kultur <i>Botryococcus braunii</i> .....	73
Gambar 21. Pengaruh pH terhadap berat biomassa dan produksi hidrokarbon <i>B.braunii</i> .....	74
Gambar 22. Pengaruh CO <sub>2</sub> terhadap perolehan biomassa dan produksi hidrokarbon <i>Botryococcus braunii</i> .....	75
Gambar 23. Pengaruh CO <sub>2</sub> terhadap kandungan klorofil dan karotenoid <i>Botryococcus braunii</i> .....	75
Gambar 24. Karakteristik koloni <i>Botryococcus braunii</i> strain Showa (ras B).....	77
Gambar 25. Pohon filogenetik molekuler strain liar <i>Botryococcus braunii</i> .....	79
Gambar 26. Potensi manfaat mikroalga atau cyanobacteria pada bidang perawatan kulit.....	80
Gambar 27. Perbandingan akuakultur konvensional dan akuakultur yang didukung mikroalga. ....	87
Gambar 28. Udang putih pasifik ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) hasil budidaya tanpa tepung ikan dan minyak ikan .....	93



## DAFTAR ISI

Daftar Gambar.....	4
Daftar Tabel.....	5
Prakata.....	6
1. Mengenal mikroalga.....	7
A. Tinjauan umum.....	7
B. Spesies and strains .....	9
C. Sistem kultivasi dan pemanenan.....	9
D. Tantangan kedepan.....	12
2. Kandungan nutrisi mikroalga .....	14
A. Tinjauan umum nutrisi mikroalga .....	14
B. Kandungan Protein dan asam amino .....	17
B. Lipids .....	19
C. Pigmen.....	21
D. Vitamin.....	25
E. Antioksidan.....	25
3. Klasifikasi dan beberapa contoh mikroalga .....	27
A. Organisasi hirarki .....	27
B. Chlorella .....	28
C. Dunaliella.....	29
D. Haematococcus.....	30
E. Arthrospira (Spirulina).....	31
4. Mikroalga penghasil minyak dan karakter minyak .....	32
A. Trend biodiesel mikroalga.....	32
B. Karakteristik minyak mikroalga .....	33
5. Disrupsi sel mikroalga.....	39
A. Proses kunci produksi biodiesel .....	39
B. Teknik Disrupsi sel.....	40
a. Bead Beating.....	40
b. Microwave.....	41
c. Ultrasonikasi.....	42
d. Metode Kimia.....	42
e. Gangguan Enzimatis.....	43
f. Metode Lain .....	43
C. Ekstraksi lipid mikroalga dan pendekatan kuantifikasi .....	44
a. Metode Gravimetri .....	45
b. Ekstraksi Pelarut Organik.....	45