

**NABIL ZURBA
EDWARSYAH
RIKA ASTUTI
RONI ARIF MUNANDAR
JERRY GUNANDAR**



Buku Ajar

ILMU TUMBUHAN AIR DAN MAKROALGA

**Editor :
Adi Imam Wahyudi, S.Pi., M.Si**

Tentang Penulis



Penulis dilahirkan di Kampung Baro, Sigli, Kabupaten Pidie, Provinsi Nangroe Aceh Darussalam pada tanggal 18 Januari 1990. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Malikussaleh, Program Studi Akuakultur dan meraih gelar Sarjana Perikanan (SPI) pada tahun 2012. Penulis melanjutkan pendidikan pascasarjana Program Magister (S2) pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan (SPL) Institut Pertanian Bogor.



Dr. Edwarsyah, S.P., M.P. lahir di Kota Banda Aceh 11 Februari 1969. Penulis menyelesaikan pendidikan Strata 1 pada Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian, Fakultas Pertanian USK. Melanjutkan Program Magister (S-2) Pengelolaan Sumberdaya Lahan PPs USK 1999 dengan Fasilitas Tugas Belajar (TUBEL) PNS dari Pemkab Aceh Barat. Pada Tahun 2002. Penulis mendapatkan amanah kembali Tugas Belajar (TUBEL) PNS Program Pendidikan Doktor (S-3) Bidang Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor University.



Rika Astuti, Lahir di Lamhom (Aceh Besar), 23 Juni 1987. Penulis menyelesaikan pendidikan S-1 di Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Unsyiah, Banda Aceh, dan melanjutkan pendidikan S-2 di Pengelolaan Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor (IPB) Bogor.



Penulis dilahirkan di Alue Tampak, Aceh Barat, Provinsi Aceh pada tanggal 21 Oktober 1987. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, Program Studi Ilmu Kelautan dan meraih gelar Sarjana Kelautan (S.Kel). selanjutnya pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan pascasarjana Program Magister (S2) pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Terpadu (MPSPT) Universitas Syiah Kuala.



Jerri Gunandar, Lahir di Desa Ujong Drien (Aceh Barat), 26 Mei 1992. Penulis menyelesaikan pendidikan S-1 di Pendidikan Bahasa Arab, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Ar Raniry, Banda Aceh, dan melanjutkan pendidikan S-2 di Pendidikan Dakwah dan Peradaban Islam Fakulti Pengajian Kontemporari Islam, Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA), Terengganu, Malaysia.

BUKU AJAR ILMU TUMBUHAN AIR DAN MAKROALGA

Nabil Zurba
Edwarsyah
Rika Astuti
Roni Arif Munandar
Jerry Gunandar



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

**BUKU AJAR ILMU TUMBUHAN AIR
DAN MAKROALGA**

Penulis : Nabil Zurba
Edwarsyah
Rika Astuti
Roni Arif Munandar
Jerry Gunandar

Editor : Adi Imam Wahyudi, S.Pi., M.Si.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Husnun Nur Afifah

ISBN : 978-623-120-008-2

No. HKI : EC002023134591

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, DESEMBER 2023**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekaediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh
isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun,
termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman
lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Dengan Nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Apabila Buku ini Bermanfaat, Ya Allah Semoga Amal Kebaikan Mengalir Kepada Kedua Orang Tua Kami. Amin.

Dengan rahmat Tuhan yang Maha Esa, penyusunan buku ajar “Ilmu Tumbuhan Air dan makroalga” telah dapat diselesaikan. Penyusunan buku ajar ini mempunyai tujuan utama, agar terciptanya pola pikir dan kesadaran kepada masyarakat pesisir khususnya pesisir di aceh, masyarakat dan akademisi tentang besarnya potensi tumbuhan air dan makroalga yang belum terkelola dengan maksimal dan memerlukan sentuhan teknologi.

Peranan tumbuhan air makroalga dalam menunjang kehidupan masyarakat khususnya masyarakat pesisir sangatlah penting, seperti menjadi habitat serta berlindung anakan ikan maupun crustacea, menghasilkan serasah yang akan menjadi asupan dari biota renek serta detritus, sebagai bahan pangan, energi beserta obat-obatan bahkan dapat menyerap karbon dioksida dalam upaya menurunkan emisi Gas Rumah Kaca juga berfungsi untuk mitigasi perubahan iklim.

Oleh karena itu, isi buku ajar ini terdiri dari empat belas bab yang mencakup Bab 1 Pengenalan Tumbuhan Air, Bab 2 Morfologi, Anatomi dan Habitat Tumbuhan Air, Bab 3 Ekologi, Syarat Hidup Dan Ke Khasan Tumbuhan Air, Bab 4 Makroalga Sebagai Pemasok Oksigen di Perairan, bab 5 Manfaat ekonomi tumbuhan air, Bab 6 Tumbuhan Air Sebagai Penyerap Limbah dan Logam Berat (Fitoremediasi), Bab 7 Makroalga sebagai pengendali gulma, Bab 8 Habitat dan Fungsi Lamun, Bab 9 Klasifikasi dan Taksonomi Lamun, Bab 10 Klasifikasi dan taksonomi rumput laut, Bab 11 Manfaat lamun dan rumput laut, Bab 12 Bioteknologi Makroalga, Bab 13 Metode Perhitungan Biomassa Tumbuhan Air, dan Bab 14 Peranan Makroalga dalam mitigasi perubahan iklim.

Buku Ajar ini diharapkan dapat digunakan sebagai :

1. Pegangan dalam upaya meningkatkan pengelolaan tanaman air dan Makroalga.
2. Kriteria penilaian dalam mengambil kebijakan dalam pengelolaan tanaman air Makroalga untuk jangka panjang dan berkelanjutan.
3. Pustaka bagi peningkatan pengetahuan khususnya bagi Akademisi.

Mudah-mudahan buku ajar ini dapat mengenai sarasannya. Buku ajar ini dirasakan masih jauh dari sempurna dan diharapkan masukan dari para pengguna, dan pakar untuk revisi di masa mendatang sesuai dengan kemajuan ilmu dan teknologi pengelolaan sumberdaya pesisir khususnya ekosistem tanaman air dan Makroalga.

Aceh Barat, 7 Desember 2023
Penulis

Nabil Zurba, dkk

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENGENALAN TUMBUHAN AIR (CONTOH: MAKROALGA)	1
A. Klasifikasi Makroalga	8
B. Soal Latihan / Evaluasi	15
BAB 2 MORFOLOGI, ANATOMI DAN HABITAT TUMBUHAN AIR (CONTOH: MAKROALGA)	16
A. Morfologi Makroalga	16
B. Fisiologi Makroalga	20
C. Soal Latihan / Evaluasi	27
BAB 3 EKOLOGI, SYARAT HIDUP DAN KE KHASAN TUMBUHAN AIR (CONTOH: RUMPUT LAUT)	28
A. Faktor Kondisi Fisika, Biologi dan Kimia Lingkungan	28
B. Pengembangan Budidaya Rumput Laut dan Pemanfaatan Rumput Laut sebagai Bahan Makanan kosmetika dan Obat	33
C. Pengembangan Wilayah Pesisir Berkelanjutan	34
D. Soal Latihan / Evaluasi	37
BAB 4 MAKROALGA SEBAGAI PEMASOK OKSIGEN DI PERAIRAN	38
A. Soal Latihan / Evaluasi	45
BAB 5 MANFAAT EKONOMI TUMBUHAN AIR (CONTOH: RUMPUT LAUT)	46
A. Manfaat Makroalga	46
B. Model-Model Kajian dalam Pengembangan Budidaya Rumput Laut	50
C. Soal Latihan / Evaluasi	51
BAB 6 TUMBUHAN AIR SEBAGAI PENYERAP LIMBAH DAN LOGAM BERAT (FITOREMEDIASI)	52
A. Makroalga <i>Sargassum</i> sp.	56
B. Soal Latihan / Evaluasi	56

BAB 7 MAKROALGA SEBAGAI PENGENDALI GULMA.....	57
A. Karakteristik.....	59
B. Perkembangan Gulma dan Faktor yang Mempengaruhi Perkembangannya	60
C. Musuh Alami (<i>Cyrtobagous Salvineae</i>).....	61
D. Permasalahan.....	62
E. Pengurangan Jumlah dan Mutu Air Serta Penutupan Permukaan Perairan.....	62
F. Kegagalan Pengendalian Hayati.....	65
G. Keberhasilan Pengendalian Hayati.....	66
H. Analisa Studi Kasus	67
I. Ulasan Terkait Penanganan Gulma di Perairan	69
J. Soal Latihan / Evaluasi.....	70
BAB 8 HABITAT DAN FUNGSI LAMUN	71
A. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Lamun	78
B. Soal Latihan / Evaluasi.....	79
BAB 9 KLASIFIKASI DAN TAKSONOMI LAMUN.....	80
A. Nama Lain.....	80
B. Klasifikasi dan Penyebaran	81
C. Ciri-Ciri Spesies Lamun.....	81
D. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Lamun	86
E. Soal Latihan / Evaluasi.....	87
BAB 10 KLASIFIKASI DAN TAKSONOMI RUMPUT LAUT... 	88
A. Pengenalan Rumput Laut.....	88
B. Peluang Budidaya Rumput Laut	91
C. Morfologi Rumput Laut.....	92
D. Soal Latihan / Evaluasi.....	93
BAB 11 MANFAAT LAMUN DAN RUMPUT LAUT	94
A. Jasa Ekosistem Pesisir dan Laut	94
B. Sistem Sosial-Ekologi (SSE)	96
C. Pertumbuhan dan Karaginan Rumput Laut	98
D. Upaya Pemulihan Lamun.....	101
E. Soal Latihan / Evaluasi.....	102

BAB 12 BIOTEKNOLOGI MAKROALGA (CONTOH : KONSEP BIOGAS)	103
A. Penyiapan Digester	105
B. Karakteristik Kimia Caulerpa racemose	106
C. Pembuatan Substrat Caulerpa racemose	107
D. Pembuatan Starter dan Proses Aklimatisasi.....	107
E. Biodegradasi Anaerobik Sistem Batch	108
F. Volume Biogas, Suhu, dan Derajat Keasaman (pH) ..	108
G. Produksi dan Komposisi Biogas.....	109
H. Soal Latihan / Evaluasi	109
BAB 13 METODE PERHITUNGAN BIOMASSA TUMBUHAN AIR	110
A. Biomassa Lamun.....	110
B. Analisis Substrat Dasar.....	112
C. Biomassa Rumput Laut	114
D. Soal Latihan / Evaluasi	117
BAB 14 PERANAN MAKROALGA DALAM MITIGASI PERUBAHAN IKLIM	118
A. Karbonisasi Hidrotermal.....	123
B. Konsepsi Karbon Biru dan Penyerapan Karbon di Ekosistem Laut.....	128
C. Soal Latihan / Evaluasi	130
DAFTAR PUSTAKA	131
TENTANG PENULIS	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1.	Kingdom Protista	1
Gambar 1. 2.	Jenis-Jenis Makroalga	3
Gambar 1. 3.	Bagian Tubuh Alga	4
Gambar 1. 4.	Organisme Protista.....	5
Gambar 1. 5.	Thalus pada Makroalga	5
Gambar 1. 6.	Makroalga di Air Tawar	6
Gambar 1. 7.	Makroalga di Air Laut	7
Gambar 1. 8.	Perkembangbiakan Makroalga	8
Gambar 1. 9.	Makroalga Merah.....	9
Gambar 1. 10.	Epifit	10
Gambar 1. 11.	Alga Coklat	11
Gambar 1. 12.	Konsep Laminarin.....	12
Gambar 1. 13.	Ectocarpus.....	13
Gambar 1. 14.	Alga Hijau	14
Gambar 1. 15.	Chlorella.....	15
Gambar 2. 1.	Chlamidomonas	17
Gambar 2. 2.	Volvox	17
Gambar 2. 3.	Ulothrix	18
Gambar 2. 4.	Holdfast.....	19
Gambar 2. 5.	Bladder	19
Gambar 2. 6.	Kelompok Tahllophyta.....	20
Gambar 2. 7.	Sitoplasma.....	21
Gambar 2. 8.	Substrat Makroalga	22
Gambar 2. 9.	Dichotomus.....	23
Gambar 2. 10.	Dinding Alga	23
Gambar 2. 11.	Phycoeritrin	24
Gambar 2. 12.	Cyanophyceae	25
Gambar 2. 13.	Alur Nitrogen	26
Gambar 2. 14.	Zona Intertidal.....	27
Gambar 2. 15.	Alga di Perairan Dangkal	27
Gambar 3. 1.	Budidaya Rumput Laut	29
Gambar 3. 2.	Patahan Karang	30
Gambar 3. 3.	Ikan Baronang	31
Gambar 4. 1.	American Pondweed	41
Gambar 4. 2.	Lamun	41
Gambar 4. 3.	Bushy Pondweed	42

Gambar 4. 4.	Hornwort / Coontail	42
Gambar 4. 5.	Tanaman Egeria	43
Gambar 4. 6.	Elodea	43
Gambar 4. 7.	Cabomba.....	44
Gambar 4. 8.	Parrotfeather	44
Gambar 4. 9.	Stargrass.....	45
Gambar 5. 1.	Makroalga dan Ombak Laut	47
Gambar 5. 2.	Dinoflagellata	47
Gambar 5. 3.	Makroalga untuk Industri.....	48
Gambar 5. 4.	Makroalga untuk Bungkus Kapsul	49
Gambar 6. 1.	Air Limbah Rumah Tangga	53
Gambar 6. 2.	Tanaman Eceng Gondok.....	54
Gambar 6. 3.	Tanaman Kangkung Air.....	55
Gambar 6. 4.	Bentuk Biogas.....	55
Gambar 7. 1.	<i>Salvinia Molesta Mitchell</i>	57
Gambar 7. 2.	Alat Pengeruk Alga	58
Gambar 7. 3.	Gulma Air <i>Salvinia Molesta</i>	59
Gambar 7. 4.	Kelimpahan Gulma di Perairan.....	60
Gambar 7. 5.	<i>Cyrtobagous Salviniae</i>	61
Gambar 7. 6.	Waduk Saguling	64
Gambar 7. 7.	Danau Caribia	65
Gambar 8. 1.	Lamun.....	72
Gambar 8. 2.	Penyerapan Karbon.....	74
Gambar 8. 3.	<i>Below Ground Carbon</i>	75
Gambar 8. 4.	Penginderaan Jauh.....	76
Gambar 8. 5.	Sentinel 2.....	78
Gambar 9. 1.	<i>Cymodocea Serrulata</i>	82
Gambar 9. 2.	<i>Thalassia Hemprichii</i>	82
Gambar 9. 3.	<i>Enhalus Acoroides</i>	83
Gambar 9. 4.	<i>Halodule Uninervis</i>	84
Gambar 9. 5.	<i>Halophila Decipiens</i>	84
Gambar 9. 6.	<i>Halophila Ovalis</i>	85
Gambar 9. 7.	<i>Syringodium Isoetifolium</i>	86
Gambar 10. 1.	<i>Eucheuma</i> sp	90
Gambar 11. 1.	Partisipasi Masyarakat Menjaga Ekosistem	95
Gambar 11. 2.	Interaksi Masyarakat Pesisir dengan Ekosistem..	96
Gambar 11. 3.	Bibit Rumput Laut	99
Gambar 11. 4.	Karanginan	100
Gambar 12. 1.	<i>Glacilaria</i> sp.....	104

Gambar 12. 2.	Desain Alat Penelitian.....	104
Gambar 12. 3.	Digester	106
Gambar 13. 1.	Enhalus acoroides	111
Gambar 13. 2.	Substrat Lamun	113
Gambar 13. 3.	Gracillaria sp.....	116
Gambar 14. 1.	Cadangan Minyak Dunia	119
Gambar 14. 2.	Konsep Efek Rumah Kaca	120
Gambar 14. 3.	Alga Phaeophyceae	121
Gambar 14. 4.	Sargasum.....	122
Gambar 14. 5.	Arang Hidro	124
Gambar 14. 6.	Karbonisasi Hidrotermal	125
Gambar 14. 7.	Emisi Rumah Kaca	126
Gambar 14. 8.	Euclidean Cottonii.....	127
Gambar 14. 9.	Fitoplankton.....	128
Gambar 14. 10.	Konsep Karbon Biru.....	129
Gambar 14. 11.	Budidaya Rumput Laut	130

DAFTAR TABEL

Tabel 6. 1.	Kandungan Bahan Organik pada Makroalga Sargassum sp.	56
Tabel 14. 1.	Klasifikasi Sargassum sp	122



**BUKU AJAR ILMU TUMBUHAN AIR
DAN MAKROALGA**

Nabil Zurba
Edwarsyah
Rika Astuti
Roni Arif Munandar
Jerry Gunandar



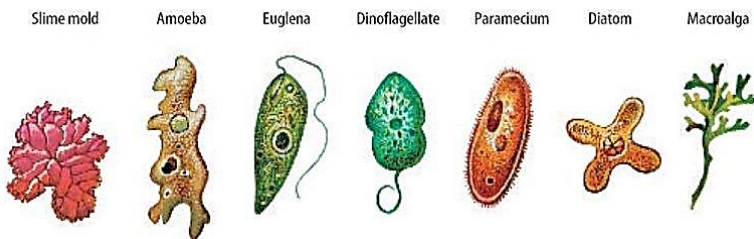
BAB

1

PENGENALAN TUMBUHAN AIR (CONTOH: MAKROALGA)

- Tujuan Umum** : Mahasiswa mampu menerapkan konsep ilmu tumbuhan air dan makroalga, dan mampu memahami prinsip taksonomi
- Tujuan Khusus** : Ketepatan menjelaskan prinsip - prinsip taksonomi dan asas penamaan tumbuhan

Indonesia dikenal sebagai negara dengan keanekaragaman hayati (biodiversity) yang tinggi, termasuk keanekaragaman hayati lautnya. Salah satu organisme laut yang banyak dijumpai di hampir seluruh pantai di Indonesia adalah makroalga. Makroalga merupakan alga yang berukuran besar, dari beberapa centimeter (cm) sampai bermeter-meter. Alga sendiri adalah organisme yang masuk ke dalam Kingdom Protista mirip dengan tumbuhan, dengan struktur tubuh berupa thallus. Alga mempunyai pigmen klorofil sehingga dapat berfotosintesis. Alga kebanyakan hidup di wilayah perairan, baik perairan tawar maupun perairan laut.



Gambar 1. 1. Kingdom Protista (Zenius Education)

BAB 2

MORFOLOGI, ANATOMI DAN HABITAT TUMBUHAN AIR (CONTOH: MAKROALGA)

- Tujuan Umum** : Setelah mengikuti perkuliahan mahasiswa mampu menjelaskan tentang deskripsi, habitat, klasifikasi dan zonasi tumbuhan air
- Tujuan Khusus** : Ketepatan menjelaskan habitat dan zonasi dari tumbuhan air

A. Morfologi Makroalga

Makroalga secara morfologi makroalga termasuk golongan Thallophyta (tumbuhan talus) adalah tumbuhan yang belum dapat dibedakan akar, batang dan daun sehingga dikatakan dengan tumbuhan talus. Tubuh yang berupa talus itu mempunyai struktur dan bentuk dengan variasi yang sangat besar, dari yang terdiri atas satu sel berbentuk bulat sampai yang terdiri atas banyak sel dengan bentuk yang kadang-kadang telah mirip dengan kormusnya tumbuhan tingkat tinggi. Walaupun alga tidak memiliki organ batang, akar, daun, dan bunga, namun bentuknya berkisar dari tumbuhan yang bersel tunggal (mikroskopik) sampai yang bersel banyak (makroskopik) yang sangat kompleks yang panjangnya mencapai 70 meter. Karena demikian besarnya kisaran bentuk alga, maka menurut bentuk alga dapat dibedakan sebagai berikut:

BAB 3

EKOLOGI, SYARAT HIDUP DAN KE KHASAN TUMBUHAN AIR (CONTOH: RUMPUT LAUT)

- Tujuan Umum** : Setelah mengikuti perkuliahan mahasiswa mampu menjelaskan tentang ekologi, syarat hidup dan ciri khas tumbuhan air lainnya. Habitat, klasifikasi dan zonasi tumbuhan air.
- Tujuan Khusus** : Ketepatan dalam menguraikan ekologi dan syarat hidup tumbuhan air

A. Faktor Kondisi Fisika, Biologi dan Kimia Lingkungan

Keberhasilan budidaya rumput laut dengan pemilihan lokasi yang tepat merupakan salah satu faktor penentu. Gambaran tentang biofisik air laut yang diperlukan untuk budidaya rumput laut penting diketahui agar tidak timbul masalah yang dapat menghambat usaha itu sendiri dan mempengaruhi mutu hasil yang dikehendaki. Lokasi dan lahan budidaya untuk pertumbuhan rumput laut jenis *Eucheuma* di wilayah pesisir dipengaruhi oleh berbagai faktor ekologi oseanografis yang meliputi parameter lingkungan fisik, biologi dan kimiawi perairan.

BAB 4

MAKROALGA SEBAGAI PEMASOK OKSIGEN DI PERAIRAN

- Tujuan Umum** : Mampu menjelaskan tentang konsep-konsep tentang peran dan fungsi tumbuhan air
- Tujuan Khusus** : Ketepatan menjelaskan dan menggambarkan konsep produktivitas primer tumbuhan air sebagai pemasok oksigen di perairan

Tumbuhan air efektif meningkatkan kadar oksigen dalam air melalui proses fotosintesis. Karbondioksida dalam proses fotosintesis diserap dan oksigen dilepas ke dalam air, proses fotosintesis mempunyai manfaat penting dalam perairan, di antaranya adalah menyediakan sumber bahan organik bagi tumbuhan itu sendiri serta sumber oksigen yang digunakan oleh semua organisme dalam ekosistem perairan. Pengendalian jenis dan jumlah tumbuhan akuatik merupakan salah satu cara untuk mengelola ekosistem perairan. sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air. Proses respirasi tumbuhan air dan hewan serta proses dekomposisi bahan organik dapat menyebabkan hilangnya oksigen dalam suatu perairan. Selain itu, peningkatan suhu akibat semakin meningkatnya intensitas cahaya juga mengakibatkan berkurangnya oksigen.

Meningkatnya suhu air akan menurunkan kemampuan air untuk mengikat oksigen, sehingga tingkat kejenuhan oksigen di

BAB 5 | MANFAAT EKONOMI TUMBUHAN AIR (CONTOH: RUMPUT LAUT)

- Tujuan Umum** : Setelah mengikuti perkuliahan mahasiswa mampu menjelaskan dan memahami tentang peran dan fungsi tumbuhan air dari aspek perekonomian.
- Tujuan Khusus** : Kemampuan merancang suatu produk atau metode dalam peningkatan ekonomi.

A. Manfaat Makroalga

Makroalga memiliki nilai ekonomis dan ekologis yang tinggi. Makroalga mengandung alginat dan karagenan yang dapat dimanfaatkan di berbagai kegiatan industri. Secara ekologis, makroalga berperan sebagai produsen primer di perairan dan menjadi pakan alami bagi hewan laut. Selain itu, makroalga juga menjadi habitat bagi mikroalga epifit. Mikroalga epifitik hidup melekat pada permukaan makroalga. Hal tersebut terjadi akibat adanya kompetisi untuk mendapatkan tempat menempel di dasar perairan. Mikroalga epifitik menempel pada makroalga karena makroalga dapat menjadi sumber zat hara bagi mikroalga ketika kadar zat hara di perairan rendah. Selain itu, mikroalga epifitik juga memanfaatkan talus makroalga yang rimbun sebagai tempat berlindung dari ombak dan arus laut.

BAB 6

TUMBUHAN AIR SEBAGAI PENYERAP LIMBAH DAN LOGAM BERAT

- Tujuan Umum** : Mampu menjelaskan dan memahami tentang peran makro alga sebagai media
- Tujuan Khusus** : Kemampuan merancang suatu produk atau metode dalam peningkatan ekonomi.

Kepadatan penduduk berpengaruh pada aktivitas harian di suatu wilayah, aktivitas penduduk yang tinggi menyebabkan peningkatan bahan buangan. Bahan buangan tersebut dapat berupa padatan dan cairan. Bahan buangan cairan yang memiliki volume tertinggi pada wilayah dengan jumlah dan aktivitas yang besar adalah air limbah domestik. Limbah ini berasal dari air pencucian pakaian, air sisa kegiatan dapur dan kamar mandi. Air limbah domestik yang dihasilkan dapat dianalisis melalui perbandingan penggunaan air bersih dengan persamaan. Air limbah domestik memiliki kandungan bahan organik yang tinggi karena berasal dari air pencucian, air dari persiapan makanan dan air dari kamar mandi.

BAB

7

MAKROALGA SEBAGAI PENGENDALI GULMA

- Tujuan Umum** : Mampu memahami dan menjelaskan tentang habitat dan fungsi makroalga (contoh: lamun)
- Tujuan Khusus** : Ketepatan menjelaskan dan menggambarkan konsep produktivitas primer tumbuhan air sebagai pemasok oksigen di perairan

Gulma air (*Salvinia molesta Mitchell*) merupakan gulma air yang memiliki sifat-sifat karakteristik laju berkembang biaknya sangat cepat dengan sifat adaptasi yang tinggi di berbagai kondisi lingkungan, terutama pada air buangan aktivitas industri, limbah domestik, limbah pertanian dan kehutanan. Gulma ini berasal dari bagian tenggara Brasilia, yang tersebar secara luas ke daerah sub-tropika dan daerah tropika. Penyebaran gulma ini secara tidak langsung oleh manusia digunakan sebagai tanaman hias dan tanaman aquarium.



Gambar 7. 1. *Salvinia Molesta Mitchell*

BAB

8

HABITAT DAN FUNGSI LAMUN

- Tujuan Umum** : Mampu menjelaskan tentang konsep-konsep tentang peran dan fungsi tumbuhan air
- Tujuan Khusus** : Kemampuan mengetahui dan menjelaskan habitat dan fungsi makroalga dan lamun

Produktivitas lamun dibatasi terutama oleh ketersediaan hara dan cahaya, ditambahkan dalam bahwa lamun membutuhkan 4,4-20% cahaya permukaan serta suhu < 40 °C. lamun menyukai substrat berlumpur, berpasir, tanah liat, ataupun substrat dengan patahan karang serta pada celah-celah batu. Tumbuh subur di bawah kondisi cahaya yang baik dan substrat yang stabil, namun tidak dapat hidup pada daerah dengan paparan gelombang yang tinggi dan arus yang kuat karena akan terjadi transportasi sedimen yang berlebihan sehingga dapat mengubur lamun. Penyebarannya sendiri dipengaruhi oleh faktor abiotik dan biotik, dan pola distribusinya dapat berubah dengan cepat, hal ini terkait dengan respon lamun terhadap perubahan lingkungan, terutama oleh variasi rendaman dan cahaya yang melalui kolom air. Suatu yang sangat ironis jika diperhatikan fungsi lamun yang begitu penting tetapi di sisi lain perhatian terhadap ekosistem ini sangat kurang. Jika melihat dua hal mendasar, 1) sebaran dan luasan ekosistem lamun di Indonesia; serta 2) tingkat kerusakan ekosistem lamun di Indonesia.

BAB 9 | KLASIFIKASI DAN TAKSONOMI LAMUN

- Tujuan Umum** : Mampu memahami dan menjelaskan tentang klasifikasi lamun
- Tujuan Khusus** : Kemampuan dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan lamun berdasarkan asas taksonomi

A. Nama Lain

Istilah **lamun** untuk *seagrass*, pertama-tama diperkenalkan oleh Hutomo kepada para ilmuwan dan masyarakat umum pada era tahun 1980-an dan lamun merupakan kelompok tumbuhan hidup di perairan laut dangkal. Lamun merupakan tumbuhan berbunga (Angiospermae) yang memiliki kemampuan beradaptasi secara penuh di perairan yang memiliki fluktuasi salinitas tinggi, hidup terbenam di dalam air dan memiliki rhizoma, daun, dan akar sejati. Berbeda dengan rumput laut (*seaweed*), lamun memiliki akar, batang dan daun sejati sehingga dikategorikan sebagai tumbuhan tingkat tinggi. Lamun juga berbunga, berbuah dan menghasilkan biji. Selain itu lamun dikenal sebagai tumbuhan berumah dua, yaitu dalam satu tumbuhan hanya ada bunga jantan saja atau bunga betina saja. Sistem pembiakan generatifnya cukup khas karena mampu melakukan penyerbukan di dalam air dan buahnya terendam di dalam air.

BAB

10

KLASIFIKASI DAN TAKSONOMI RUMPUT LAUT

- Tujuan Umum** : Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan tentang klasifikasi lamun dan rumput laut
- Tujuan Khusus** : Kemampuan dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan lamun dan rumput laut berdasarkan asas taksonomi

A. Pengenalan Rumput Laut

Rumput laut merupakan kelompok tumbuhan tingkat rendah atau disebut sebagai Thallophyta yang hidup di laut. pertumbuhan dan penyebaran rumput laut sangat tergantung dari faktor faktor oseanografi (fisika, kimia, dan dinamika air laut), serta jenis substratnya. Rumput laut banyak dijumpai pada daerah perairan yang dangkal (intertidal dan sublitoral) dengan kondisi perairan berpasir, sedikit lumpur, atau campuran keduanya. Rumput laut dikenal dalam empat kelas yang dikelompokkan berdasarkan kandungan pigmen, yaitu: 1. Ganggang hijau (Chlorophyceae) 2. Ganggang biru (Cyanophyceae) 3. Ganggang coklat (Phaeophyceae) 4. Ganggang merah (Rhodophyceae)

Tipe rumput laut yang menjadi kelas rumput laut utama di Indonesia dan memiliki nilai ekonomis yaitu Ganggang coklat dan merah. Seperti pada genus *Hypnea*, *Kappaphycus*, *Euclima*, dan *Gracilaria* dari kelas ganggang merah, serta *Sargassum* dari kelas ganggang coklat. Lebih lanjut, *Euclima*,

BAB 11

MANFAAT LAMUN DAN RUMPUT LAUT

- Tujuan Umum** : Mampu memahami dan menguraikan pemanfaatan lamun dan rumput laut
- Tujuan Khusus** : Kemampuan dalam menganalisis fungsi dan manfaat lamun dan rumput laut sebagai sumberdaya perairan

A. Jasa Ekosistem Pesisir dan Laut

Jasa ekosistem (*Ecosystem Service*) adalah layanan dari sistem ekologi dan stok modal alam yang menghasilkan barang dan jasa yang sangat penting sebagai fungsi sistem pendukung kehidupan bumi. Jasa ekosistem merupakan manfaat yang didapat dari ekosistem. Ada beberapa komponen jasa ekosistem. Manfaat tersebut digunakan untuk kesejahteraan manusia. Jasa ekosistem dapat berfungsi sebagai kerangka kerja dalam memfasilitasi dan evaluasi yang transparan, dan mendorong dialog di antara kelompok-kelompok dalam menumbuhkan minat dan keyakinan dalam merancang dan melaksanakan kegiatan pemanfaatan tersebut. Konsep jasa ekosistem adalah mengedepankan tiga konsep utama yang menjadi perhatian khusus, yaitu (1) efisiensi, (2) keadilan, dan (3) berkelanjutan. Pada perkembangannya dalam 20 tahun terakhir, ada beberapa permasalahan yang muncul dalam penerapan jasa ekosistem.

BAB 12 | BIOTEKNOLOGI MAKROALGA (CONTOH : KONSEP BIOGAS)

- Tujuan Umum** : Mahasiswa mampu mengetahui dan menjelaskan tentang bioteknologi yang telah dikembangkan mikroalga dan makroalga
- Tujuan Khusus** : Ketepatan dalam menjelaskan bioteknologi yang telah dikembangkan baik pada mikroalga dan makroalga

Salah satu biomassa yang digunakan untuk pembuatan biogas adalah makroalga. Makroalga adalah tumbuhan yang paling efektif proses fotosintesisnya karena alga dapat mengoptimalkan sinar matahari dalam proses fotosintesis, walaupun sinar matahari terhalang oleh permukaan air. Makroalga atau biasa disebut dengan rumput laut merupakan tumbuhan laut yang berpotensi dalam mengurangi tingkat karbondioksida (CO₂) di laut. Hal ini disebabkan proses fotosintesis oleh makroalga yaitu dengan memanfaatkan CO₂. Namun, terdapat tantangan dalam pemanfaatan rumput laut dari proses perombakan anaerobik terutama antimikroba yang terdapat dalam substrat. Kandungan logam pada garam terutama natrium yang menyebabkan adanya penghambatan mikroba dalam konsentrasi yang berlebihan.

BAB 13

METODE PERHITUNGAN BIOMASSA TUMBUHAN AIR

- Tujuan Umum** : Mampu memahami dan menguraikan pemanfaatan biomassa makroalga dan lamun
- Tujuan Khusus** : Ketepatan dalam menentukan metode perhitungan biomassa lamun dan makroalga

A. Biomassa Lamun

Biomassa lamun adalah berat dari semua material yang hidup pada suatu satuan luas tertentu, baik yang berada di atas maupun dibawah substrat yang sering dinyatakan dalam satuan gram berat kering per m² (gbk/m²). Biomassa yang dihitung merupakan biomassa kering baik yang berada di permukaan yaitu daun dan tangkai maupun yang di bawah yaitu rhizom dan akar. Biomassa lamun juga merupakan berat dari semua material yang hidup pada suatu satuan luas tertentu, baik yang berada di atas maupun dibawah substrat yang sering dinyatakan dalam satuan gram berat kering per m² (gbk/m²). Biomassa lamun menggunakan rumus sebagai berikut:

$$B = \frac{W}{A}$$

Keterangan :

B = Biomassa lamun (berat dalam gram/m²)

W = Berat kering (gram)

BAB 14

PERANAN MAKROALGA DALAM MITIGASI PERUBAHAN IKLIM

- Tujuan Umum** : Mampu memahami dan menjelaskan dan peran tumbuhan air dalam mitigasi
- Tujuan Khusus** : Ketepatan dalam menggambarkan dan menganalisis peranan tumbuhan air dalam mitigasi pemanasan global

Beberapa tahun terakhir ini energi merupakan persoalan yang penting sekali di dunia. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Selain itu peningkatan harga minyak dunia hingga mencapai 100 U\$ per barel juga menjadi alasan yang serius yang menimpa banyak negara di dunia termasuk Indonesia. Ketergantungan kita pada bahan bakar minyak untuk produksi energi adalah problematis.

DAFTAR PUSTAKA

- Agawin NSR, Duarte CM. 2002. Nutrient limitation of Philippine seagrass (Cape Bolinao, NW Philippines): in situ experimental evidence. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 138: 233-243.
- Akunna JC, Hierholtzer A. 2016. Co-digestion of terrestrial plant biomass with marine macro-algae for biogas production. *Journal of Biomass and Bioenergy.* 93:137-143
- Anwar H, Widjaja T, Prajitno DH. 2021. Produksi biogas dari jerami padi menggunakan cairan rumen dan kotoran sapi. *Cheesa.* 4(1): 1-10
- Awalia R. 2017. Biodiversitas Makroalga Di Pantai Puntondo Kecamatan Mangara'bombang Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan. Skripsi. UIN Alauddin Makassar (ID)
- Azkab MH. 2000. Structures and Functions In Seagrass Communities. *Oseana* 25 (3): 9-17
- Bjork M, Short FT, Mcleod E, Beer S. 2008. Managing Seagrass for Resilience to Climate Change. IUCN, Switzerland. 56 pp.
- Borum J, Duarte CM, Krause D, Jensen, Greve TM. 2004. European Seagrass: an introduction to monitoring and managemen. *Monitoring and Managing of European Seagrass (M&MS).*
- Brouns J, Heijs F. 1986. Structural and functional aspects of seagrass communities and associated algae from the tropical west-pacific. Ph. D thesis Nijmegen (Netherlands). 431 pp
- Chang HN, Kim NJ, Kang J, Jeong CM. 2010. Biomass-derived volatile fatty acid platform for fuels and chemicals. *Biotechnology and Bioprocessing Engineering.* 15:1-10
- De Falco G, Ferrari S, Cancemi G, Baroli M. 2000. Relationship Between Sediment Distribution and *Posidonia oceanica* Seagrass. *Geo-Marine Letters* 20: 50 – 57.

- Den Hartog C, Kuo J. 2006. Taxonomy and biogeography of seagrasses. In: Larkum WD, Orth RJ & Duarte CM. Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation. Springer. Dordrecht: 1-23
- Duarte CM, Kennedy H, Marba N, Hendriks I. 2011. Assessing the capacity of Seagrass meadows for carbon burial: current limitations and future strategies. *Ocean Coast Manag.*
- Elystia S, Darsi MS, Muria SR. 2021. Analisis penambahan bakteri *Azospirillum* sp. terhadap kepadatan sel dan kandungan lipid mikroalga *Chlorella* sp. serta penyisihan total di limbah cair tahu. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan.* 13(2):
- Fahrudin M. 2017. Kajian Ekologi Ekosistem Lamun Sebagai Dasar Penyusunan Strategi Pengelolaan Pesisir Di Desa Bahoi Sulawesi Utara. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Goendi S, Purwadi T, Nugroho AP. 2008. Kajian model digester limbah cair tahu untuk produksi biogas berdasarkan waktu penguraian. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian; 2008 November 18-19; Yogyakarta, Indonesia.* Bogor: Bogor Agricultural University
- Green PE, Short FT. 2003. *World Atlas of Seagrasses.* Prepared by the UIMEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA. 310p.
- Hendra NS 2017. Pengaruh Salinitas Terhadap Produksi Dan Komposisi Biogas Makroalga Laut *Caulerpa racemose*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Hemminga MA, Duarte CM. 2000. *Seagrass Ecology.* Cambridge University Press. Cambridge (United Kingdom). 289hlm.
- Hidayat N, Susanto M, Romdhini MU. Analisis Pertumbuhan Biomassa Rumput laut *Gracillaria* sp. Menggunakan Model Logistik di Daerah Tambak Sekotong Kabupaten Lombok Bara. Program Studi Matematika FMIPA Unram

- Holmer M, Kendrick GA. 2013. High Sulfide Intrusion in Five Temperate Seagrass Growing Under Contrasting Sediment Conditions. Coastal and Estuarine Research Federation. Estuaries and Coast 36:116-126.
- Hori M, Suzuki T, Monthum Y, Srisombat T, Tanakan Y, Nakaoka M, Mukai H. 2009. High Seagrass Diversity and Canopy-height Increase Associated Fish Diversity and Abundance. Mar Biol 156: 1447-1458.
- <https://berita.99.co/tanaman-air-penghasil-oksigen/> 9 Jenis Tanaman Air Yang Bisa Hasilkan Oksigen | Cocok Untuk Kolam & Akuarium!
- <https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Lamun>
- Iswari D. 2004. Pengendalian Hayati Gulma Air, *Salvinia molesta* Mitchell Dengan Kumbang *Cyrtobagous salviniae* Calder dan Sands. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. https://www.rudyct.com/PPS702-ipb/08234/dwi_iswari.htm
- Ja'fariyyah LLIK. 2023. Pemanfaatan Makroalga *Sargassum* Sp. Dan Kotoran Sapi Pada Pengolahan Limbah Cair Tahu Sebagai Sumber Energi Alternatif. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Kamlasi Y. 2018. Kajian Ekologis Dan Biologi Untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut (*Euclima cottonii*) Di Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang Propinsi Nusa Tenggara Timur. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Kawaroe M, Prartono T, Kusuma AH. 2013. Effect of acid concentration on hydrolysis efficiency on *Caulerpa racemosa*, *Sargassum crassifolium* and *Gracilaria salicornia*. International Journal of Environment and Bioenergy. 8(3): 127-134.
- Kholisah AN, Pramitasari N, Kartini AM. 2022. Efisiensi penyisihan kadar BOD pada limbah cair tahu menggunakan

- tanaman bambu air dengan sistem sub surface flow constructed wetland. *Jurnal Envirotek*.
- Laffoley DDA, Grimsditch G. 2009. The management of natural coastal carbon sinks. A short summary. IUCN, Gland, Switzerland. 8 pp.
- Lee KS, Park SR, Kim YK. 2007. Effect of irradiance, temperature, and nutrients on growth dynamics of seagrasses: A Review. *Journal of Experimental marine Biology and Ecology* (350): 144-175
- Lestari DI. 2016. Efektifitas rumput laut *Sargassum* sp. sebagai sumber energi alternatif penghasil biogas [tesis]. Surabaya: Universitas Air
- Listiani E. 2018. Pengaruh penambahan nanopartikel kalsium untuk meningkatkan produksi biogas dari limbah cair kelapa sawit [skripsi]. Bogor: IPB University.
- Mading Y, Mutiara D, Novianti D. 2021. Respons pertumbuhan tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) terhadap pemberian kompos fermentasi kotoran sapi. *Jurnal Indobiosains*. 3(1): 9-16.
- Mateo MA, Cebrián J, Dunton K, Mutchler T. 2006. Carbon Flux in Seagrass Ecosystems. *Lamun: Biology, Ecology and Conservation*. Springer 159-192.
- Manteu SH, Nurjanah N, Nurhayati T. 2018. Karakteristik rumput laut coklat (*Sargassum polycystum* dan *Padina minor*) dari perairan Pahuwato Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(3): 396-405
- McKenzie LJ, Yoshida RL. 2009. Seagrass-Watch: Proceeding of a workshop for monitoring seagrass habitat in Indonesia. The Nature Conservancy, Coral Triangel Center, Sanur Bali, 9th May 2009. Seagrass-Watch HQ Crains. 56p

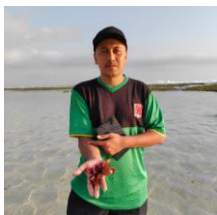
- McRoy CP, Helfferich C. 1977. "Sea Grass Ecosystem" Marcel Dekker Inc. New York and Basel pp. 314.
- Nazmi AN. 2020. Pemanfaatan Data Citra Satelit Sentinel-2 Untuk Estimasi Stok Karbon Atas Padang Lamun Di Gili Petarando, Lombok Timur. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Nellemann C, Corcoran E, Duarte CM, Valdes L, De Young C, Fonseca L, Grimsditch G. 2009. Blue Carbon: The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme. Norway.
- Newmaster AF, Berg KJ, Ragupathy S, Palanisamy M, Sambandan K, Newmaster SG. 2011. Local Knowledge and Conservation of Seagrass in the Tamil Nadu State of India. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 7:37
- Nugraha AF. 2022. Pemanfaatan Jasa Ekosistem Teluk Laikang Untuk Kawasan Budidaya Rumpun Laut Berbasis Konsepsi Karbon Biru. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Nurman, A. (2011). Studi Karakteristik Pembakaran Biomassa Tempurung Kelapa pada Fluidized Bed Combustor Universitas Indonesia dengan Partikel Bed Berukuran Mesh 40-50. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
- Orth R, Carruthers T, Dennison W. 2006. A Global Crisis For Seagrass Ecosystem. *Bioscience* 56:987- 996.
- Pardilho' S, Boaventura R, Almeida M, Dias JM. 2022. Marine macroalgae waste: A potential feedstock for biogas production. *Journal of Environmental Management*. 304(2): 1-7. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.114309
- Paynter CK, Cortés J, Engels M. 2001. Biomass, Productivity and Density of Seagrass *Thalassia testudinum* at three sites in Cahuita National Park, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop* 49. Supl 2:265-272.

- Peterson BJ, Heck Jr KL. 1999. The Potential for Suspension Feeding Bivalves to Increase Seagrass Productivity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 240: 37-52
- Prayitno AH, Prasetyo B, Siswantoro D, Rukmi DL, Subagja H, Pantaya D, Respati AN, Utomo B, Siswoyo TA, Lindriarti T, Erwanto Y. 2022. Reviu: Penerapan teknologi nano pada produk hasil ternak. *Confrence Proceeding Series; 2022 Agustus 27-18; Jember, Indonesia. Jember: Politeknik Negeri Jember. 3(8): 171-181. doi: 10.25047/animpro.2022.353*
- Pratiwi I, Andalia W, Madagaskar, Suryani F, Aprilyanti S. 2021. Perlakuan pengolahan bahan baku pada instalasi biogas di Kelurahan Sematang Borang Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat. 2(2): 73-79.*
- Puspitaningrum M, Izzati M, Haryanti S. Produksi Dan Konsumsi Oksigen Terlarut Oleh Beberapa Tumbuhan Air. *Laboratorium Biologi Struktur Fungsi Tumbuhan Jur Biologi FMIPA UNDIP. 47- 55.*
- Rahmawati LR, Adlina S, Yuliana A. 2021. Isolasi dan identifikasi bakteri penghasil protease ekstraseluler dari limbah cair tahu putih. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada. 21(2): 187- 193.*
- Ryanita PKY, Arsana IN, Juliasih NKA, Fitoremediasi Dengan Tanaman Air Untuk Mengolah Air Limbah Domestik
- Sitompul, J.P., Asep, B., Tatang, H.S., Hyung, W.L. 2012. Studies of Biogas Production from Green Seaweeds. *International Journal of Environment and Bioenergy. USA.*
- Syaichurrozi I, Jayanudin J. 2016. Potensi limbah cair tahu sebagai media tumbuh *Spirulina plantesis*. *Jurnal Integrasi Proses. 6(2): 64*
- Triyono, B., Gusman, M. H., Hutapea, D., Prawisudha, P., & Pasek, A. D. (2016). State of The Art Teknlogi Hidrotermal

untuk Pengolahan Sampah Kota Menjadi Bahan Bakar Padat. SNTTM XV. 435.

- Usman, Hasan, Hanafi MM, Kaharm MA, Elihami. 2020. Pemanfaatan kotoran ternak sebagai bahan pembuatan biogas. *Maspul Journal of Community Empowerment*. 1(1): 13–20.
- Wahhab D. 2022. Proses Karbonisasi Hidrotermal Dari Makroalga (*Sargassum Sp*): Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Pada Distribusi Produk. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Wahyuni S. 2013. Panduan Praktis Biogas. Jakarta (ID): Penebar Swadaya
- Widodo TW, Ana N, Asari A, Elita R. 2007. Pemanfaatan limbah industri pertanian untuk energi biogas. Pemanfaatan Hasil Samping Industri Biodiesel dan Industri Etanol serta Peluang Pengembangan Industri Integratednya; Konferensi Nasional; 2007 Maret 13; Jakarta, Indonesia. Bogor: Bogor Agricultural University (IPB). hlm 182–191.
- Wiratmana IPA, Sukadana IGK, Tenaya IGN. 2012. Studi eksperimental pengaruh variasi bahan kering terhadap produksi dan nilai kalor biogas kotoran sapi. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. 5(1): 1– 9
- Yudasmara GA. 2014. Bididaya rumput laut (*Caulerpa racemosa*) melalui media tanam rigid quadrant nets berbahan bambu. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 3(2): 468-473.

TENTANG PENULIS



Nabil Zurba dilahirkan di Kampung Baro, Sigli, Kabupaten Pidie, Provinsi Nangroe Aceh Darussalam pada tanggal 18 Januari 1990, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Ir Murdani MP dan Ibu Mardhiah. Penulis menyelesaikan pendidikan

Sekolah Dasar di SD Negeri 03 Way Kandis, Bandar Lampung tahun 2002, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Lhokseumawe, Aceh tahun 2005 dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Lhokseumawe, Aceh 2008.

Penulis melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Malikussaleh, Program Studi Budidaya Perairan dan meraih gelar Sarjana Perikanan (SPi) pada tahun 2012. Selanjutnya pada tahun 2013 melalui bantuan Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) DIKTI penulis melanjutkan pendidikan pascasarjana Program Magister (S2) pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan (SPL) Institut Pertanian Bogor. Sejak 2019 hingga saat ini penulis bekerja sebagai tenaga pengajar pada Program Studi Sumber Daya Akuatik Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas teuku Umar.



Dr. Edwarsyah, S.P., M.P. lahir di Kota Banda Aceh 11 Februari 1969 dari ayah (alm) Idris Ishak Billal dan Ibu (Almh) Hj. Nurhayati Yunan. Penulis suami dari Syarifah Wirdah Alydrus, MSi. Menamatkan Sekolah Dasar hingga SMA di Kota kelahirannya, dan melanjutkan Studi Strata 1 pada Jurusan Sosial

Ekonomi Pertanian, Fakultas Pertanian USK. Melanjutkan Program Magister (S-2) Pengelolaan Sumberdaya Lahan PPs USK 1999 dengan Fasilitas Tugas Belajar (TUBEL) PNS dari Pemkab Aceh Barat. Pada Tahun 2002. Penulis mendapatkan amanah kembali Tugas Belajar (TUBEL) PNS Program Pendidikan Doktor (S-3) Bidang Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Sekolah

Pascasarjana Institut Pertanian Bogor University. Saat ini, Penulis menjabat Ketua Pusat Penelitian Lingkungan Hidup dan Sumber Daya Alam (PPLH-SDA) Universitas Teuku Umar. Dan Pernah menjabat Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Periode 2015 - 2019, Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Periode 2009-2011, Wakil Rektor IV Bidang Kerjasama dan Perencanaan Periode 2007-2009, Ketua Pusat Penelitian Kelautan Periode 2008-2011. Koordinator LC-EAFM 2015-Sekarang. LC-EAFM UTU ditandatangani dan diresmikan langsung oleh Ibu Menteri Kelautan dan Perikanan Susi Pudjiastuti di Kampus UTU, 16 Oktober 2017. Sejak Tahun 2016-sekarang, Penulis sebagai Ketua dan Asesor Tempat Uji Kompetensi (TUK) Bidang Kelautan dan Perikanan, LSP-KP, Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) Periode 2016-2021. Penulis 2014–sekarang sebagai Evaluator Ahli EAFM serta Pelatih dan Pengajar EAFM. Saat ini Penulis Sebagai Ketua Tim Penyusun AMDAL (KTPA) pada Bidang Pekerjaan Penyusunan Dokumen AMDAL berlaku sampai 31 Maret 2026. Pembina Himpunan Ahli Pengelola Pesisir Indonesia (HAPPI) DPW Aceh Periode 2011-Sekarang, Ketua II Himpunan Nelayan Seluruh Indonesia (HNSI) DPD Aceh. Pembina Panglima Laot Aceh/Hukom Adat Aceh Periode 2019-Sekarang. Koordinator Wilayah Aceh Indonesian Marine and Fisheries Scio-Economics Research network (IMFISERN) Periode 2023-Sekarang.



Rika Astuti, Lahir di Lamhom (Aceh Besar), 23 Juni 1987. Merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Tarmizi Abdullah dan Ibu Ratna. Penulis menyelesaikan pendidikan S-1 di Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Unsyiah, Banda Aceh, dan melanjutkan pendidikan S-2 di Pengelolaan

Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor (IPB) Bogor. Pernah bergabung di Lembaga Jaringan KuALA-Aceh, dan Yayasan WWF-Indonesia. Saat ini menjadi pengajar di Universitas Teuku Umar, pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Prodi Sumberdaya Akuatik.



Penulis dilahirkan di Alue Tampak, Aceh Barat, Provinsi Aceh pada tanggal 21 Oktober 1987, merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Almarhum Jasri dan Ibu Nuraini. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri Alue Tampak, Aceh Barat tahun 2000, Sekolah Menengah Pertama di MTsN Peureume, Aceh Barat tahun 2003 dan Sekolah Menengah Atas di MAN 1 Meulaboh , Aceh Barat tahun 2006.

Penulis melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, Program Studi Ilmu Kelautan dan meraih gelar Sarjana Kelautan (S.Kel). selanjutnya pada tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan pascasarjana Program Magister (S2) pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Terpadu (MPSPT) Universitas Syiah Kuala. Saat ini penulis bekerja sebagai tenaga pengajar pada Program Studi Sumber Daya Akuatik Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Teuku Umar.



Jerri Gunandar, Lahir di Desa Ujong Drien (Aceh Barat), 26 Mei 1992. Merupakan anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak H. Syamsul Bahri dan Ibu Hj. Syamsinar. Penulis menyelesaikan pendidikan S-1 di Pendidikan Bahasa Arab, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan , UIN Ar Raniry, Banda Aceh, dan melanjutkan pendidikan S-2 di Pendidikan Dakwah dan Peradaban Islam Fakulti Pengajian Kontemporari Islam, Universiti Sultan Zainal Abidin (UniSZA), Terengganu, Malaysia. Pernah menjadi Sekretaris Umum IPMKM (Ikatan Pelajar Mahasiswa Kecamatan Meureubo) periode 2013-2015 dan pernah bekerja di PT. ABC Everbrigh sebagai Staff Administrasi tahun 2019-2020. Saat ini menjadi pengajar di Universitas Teuku Umar, pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Prodi Sumberdaya Akuatik.



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC002023134591, 18 Desember 2023

Pencipta
Nama : **Nabil Zurba, Edwarsyah dkk**
Alamat : Perumnas B 70, Meureubo, Aceh Barat, Provinsi Aceh, Meureubo, Aceh Barat, Di Aceh, 23615
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta
Nama : **Universitas Teuku Umar**
Alamat : Alue Peunyareng, Aceh Barat, Provinsi Aceh, Meureubo, Aceh Barat, Di Aceh, 23681
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : **Buku**
Judul Ciptaan : **Buku Ajar Ilmu Tumbuhan Air Dan Makroalga**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 15 Desember 2023, di Purbalingga
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan : 000567545

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri



Anggoro Dasiantanto
NIP. 196412081991031002

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.