

Ekologi Tumbuhan

Penulis:

Rezki

Muliana GH

I Wayan Suanda

Murdaningsih

Josina Irene Brigetha Hutubessy

Risjunardi Damanik

Jessica Elfani Bermuli

Novia Anugra

Veronica L. Tuhumena

Nur Maulida Safitri



ISBN 978-623-198-334-3



9

786231

983343

EKOLOGI TUMBUHAN

**Rezki
Muliana GH
I Wayan Suanda
Murdaningsih
Josina Irene Brigetha Hutubessy
Risjunardi Damanik
Jessica Elfani Bermuli
Novia Anugra
Veronica L. Tuhumena
Nur Maulida Safitri**



PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

EKOLOGI TUMBUHAN

Penulis :

Rezki
Muliana GH
I Wayan Suanda
Murdaningsih
Josina Irene Brigetha Hutubessy
Risjunardi Damanik
Jessica Elfani Bermuli
Novia Anugra
Veronica L. Tuhumena
Nur Maulida Safitri

ISBN : 978-623-198-334-3

Editor : Rissa Megavitry, S.Pd, M.Si.

Penyunting: Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

Desain Sampul dan Tata Letak : Atyka Trianisa, S.Pd.

Penerbit : PT GLOBAL EKSEKUTIF TEKNOLOGI

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tengah
Padang Sumatera Barat
Website : www.globaleksekutifteknologi.co.id
Email : globaleksekutifteknologi@gmail.com

Cetakan pertama, Mei 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahNya, maka Penulisan Buku dengan judul Ekologi Tumbuhan dapat diselesaikan dengan kerjasama tim penulis. Buku ini berisi tentang konsep dan prinsip ekologi tumbuhan, tumbuhan dalam lingkungan, pengaruh faktor biotik pada tumbuhan, strategi dan adaptasi tumbuhan terhadap faktor-faktor lingkungan, populasi dan sebaran tumbuhan, vegetasi, analisis vegetasi dan ekosistem, suksesi, ekosistem terestrial, ekosistem pantai.

buku ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini selanjutnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur bagi dosen dan mahasiswa di berbagai perguruan tinggi.

Padang, Mei 2023
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 KONSEP DAN PRINSIP EKOLOGI TUMBUHAN	1
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Konsep Dasar Ekologi Tumbuhan	2
1.3 Prinsip Ekologi Tumbuhan	8
DAFTAR PUSTAKA	14
BAB 2 TUMBUHAN DALAM LINGKUNGAN	17
2.1 Pendahuluan	17
2.2 Konsep spesies modern, spesies taksonomis dan spesies ekologis	18
2.2.1 Konsep Spesies Modern	18
2.2.2 Konsep Spesies Taksonomis	19
2.2.3 Konsep Spesies Ekologis	19
2.3 Konsep ekotipe menurut Kerner dan Turesson	20
2.4 Elemen ekotipe menurut Turesson	22
2.5 Konsep ekoklin, biotipe dan ekofen	24
2.5.1 Ekoklin	24
2.5.2 Biotipe	25
2.5.1 Ekofen	25
DAFTAR PUSTAKA	27
BAB 3 PENGARUH FAKTOR BIOTIK PADA TUMBUHAN	29
3.1 Pendahuluan	29
3.2 Interaksi antara Tumbuhan dengan Tumbuhan	31
3.3 Interaksi Manusia Terhadap Tumbuhan	36
3.4 Tumbuhan Memiliki Pertahanan	40
DAFTAR PUSTAKA	45
BAB 4 STRATEGI DAN ADAPTASI TUMBUHAN TERHADAP FAKTOR-FAKTOR LINGKUNGAN	47
4.1 Pendahuluan	47
4.2 Faktor-Faktor Lingkungan	48
4.3 Strategi dan Adaptasi Tumbuhan	50
4.4 Penutup	54
DAFTAR PUSTAKA	55
BAB 5 POPULASI DAN SEBARAN TUMBUHAN	57
5.1 Pendahuluan	57
5.2 Populasi	58
5.3 Sebaran Tumbuhan	59
5.3.1 Pola Penyebaran Tumbuhan	61
5.3.2 Sebaran Tumbuhan di Indonesia	63

DAFTAR PUSTAKA.....	65
BAB 6 VEGETASI.....	67
6.1 Pendahuluan	67
6.2 Formasi Vegetasi.....	68
6.3 Asosiasi Vegetasi.....	76
6.4 Ekotone Vegetasi.....	77
6.5 <i>Life form and cover</i>	78
6.6 <i>Leaf Area Index</i>	78
DAFTAR PUSTAKA.....	80
BAB 7 ANALISIS VEGETASI DAN EKOSISTEM.....	83
7.1 Pendahuluan	83
7.1.1 Vegetasi.....	84
7.1.2 Faktor Tanah dan Iklim.....	86
7.1.3 Manfaat Analisis Vegetasi	91
7.2 Metode, Data dan Petunjuk Penyusunan Laporan.....	92
7.2.1 Ukuran, Jumlah, dan Bentuk Petak Contoh	92
7.2.2 Teknik Sampling.....	94
7.2.3 Parameter Pengukuran Vegetasi Tumbuhan di Lapangan.....	95
7.2.4 Perlengkapan Pengambilan Data Lapangan	95
7.2.5 Metode Pengambilan Sampel.....	96
7.2.6 Data dan Teknik Analisis Data	99
DAFTAR PUSTAKA.....	103
BAB 8 SUKSESI	107
8.1 Pendahuluan	107
8.1 Dinamika Ekosistem & Sukseksi.....	109
8.2 SUKSESI PRIMER DAN SUKSESI SEKUNDER.....	110
8.2.1. Sukseksi Primer	110
8.2.2 Sukseksi Sekunder	113
8.3 Faktor yang Mempengaruhi Sukseksi	114
8.4 Tahapan Sukseksi.....	115
DAFTAR PUSTAKA.....	117
BAB 9 EKOSISTEM TERESTRIAL.....	119
9.1 Pendahuluan	119
9.2 Ekosistem Terestrial	120
9.3 Jenis-jenis Ekosistem Terestrial.....	120
9.3.1 Bioma Hutan Musim	120
9.3.2 Bioma Padang Rumput.....	122
9.3.3 Bioma Gurun	123
9.3.4 Bioma Tundra.....	126
9.3.5 Bioma Taiga.....	128
9.3.6 Bioma Hutan Hujan Tropik	130
DAFTAR PUSTAKA.....	133
BAB 10 EKOSISTEM PANTAI.....	135
10.1 Karakteristik Ekosistem Pantai Secara Umum	135

10.2 Tipe-Tipe Vegetasi Pantai	137
10.2.1 Mangrove	137
10.2.2 Zonasi Mangrove	137
10.2.3 Karakteristik Vegetasi Mangrove	139
10.2.4 Peranan Ekosistem Mangrove	141
10.3 Lamun	143
10.3.1 Zonasi dan Komunitas Lamun	144
10.3.2 Peranan Ekosistem Lamun	146
10.4 Rumput Laut	148
10.5 Hutan Pantai	151
10.5.1 Formasi Vegetasi Hutan Pantai	153
10.5.2 Peranan Ekosistem Hutan Pantai	154
DAFTAR PUSTAKA	155
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Simbiosis Mutualisme.....	32
Gambar 3.2. Simbiosis Komensalisme.....	33
Gambar 3.3. Kompetisi intraspesies pada Tumbuhan Bambu	34
Gambar 3.4. Kompetisi Antar Spesies (interspesies) Tumbuhan	35
Gambar 3.5. Tali Putri (<i>Cassytha filiformis</i> L.) dan Benalu pada Tumbuhan Inang	36
Gambar 3.6. OPT Memparasit Daun dan Buah Tanaman.....	36
Gambar 3.7. Masyarakat Hindu di Bali Menghaturkan Sesajen kepada Tumbuhan	38
Gambar 3.8. Unsur Muspida Kabupaten/Kota se Bali Merayakan Tumpek Bubuh	39
Gambar 5.1. Pola Sebaran	62
Gambar 5.2. Pola Menyebarkan secara kelompok di tingkat pohon	62
Gambar 6.1. Hutan yang ditumbuhi oleh berbagai jenis lumut	72
Gambar 6.2. Hutan yang ditumbuhi berbagai jenis pepohonan	73
Gambar 6.3. Lahan yang dikelola menjadi kebun jeruk	74
Gambar 6.3. Hamparan lahan yang ditumbuhi rumput.....	75
Gambar 7.1 Urutan organisasi kehidupan makhluk hidup	85
Gambar 7.2 Pengelompokkan bahan organik tanah	87
Gambar 7.3 Metode plot tunggal, a) tata letak metode plot tunggal; b) contoh plot dan sub plot tunggal.....	97
Gambar 7.4 Metode plot ganda dan tata letaknya.....	97
Gambar. 8.1. Suksesi Primer	113
Gambar 8.2. Suksesi Sekunder.....	114
Gambar 9.1. Bioma Hutan Gugur	121
Gambar 9.2. Bioma Padang Rumput	122
Gambar 9.3. Bioma Gurun.....	124
Gambar 9.4. Flora dan Fauna Bioma Gurun.....	124
Gambar 9.5. Bioma Tundra	126
Gambar 9.6. Flora Fauna Bioma Tundra	127
Gambar 9.7. Bioma Taiga	129
Gambar 9.7. Bioma Taiga	130
Gambar 9.8. Bioma Hutan Hujan Tropik	130
Gambar 9.8. Strata Vegetasi Bioma Hutan Hujan Tropis	131
Gambar 10.1. Zonasi Mangrove.....	137
Gambar 10.2. Contoh spesies lamun di perairan pantai.....	143
Gambar 10.3. Bagian tubuh rumput laut.....	149
Gambar 10.4. <i>Ipomoea pescaprae</i> (kiri) dan <i>Barringtonia asiatica</i> (kanan), mewakili formasi utama vegetasi hutan pantai	153

DAFTAR TABEL

Tabel 7.1 Ukuran Kuadrat Berdasarkan Tipe Vegetasi.....	92
Tabel 7.2 Ukuran Kuadrat Berdasarkan Habitus	93
Tabel 7.3 Ukuran Kuadrat Berdasarkan Habitus	93
Tabel 9.1 Penyebaran Gurun di Permukaan Bumi.....	125
Tabel 9.2 Pembagian Zona Utama Bioma Hutan Hujan Tropik.....	132

BAB 1

KONSEP DAN PRINSIP EKOLOGI TUMBUHAN

1.1 Pendahuluan

Ekologi tumbuhan sebagai salah satu cabang disiplin Ekologi yang mempelajari secara spesifik interaksi tumbuhan dengan lingkungan hidupnya (dikenal dengan fenomena alam). Kajian ekologi tumbuhan, mencakup antara lain cara tumbuhan dalam kehidupannya memerlukan sinar matahari, air, oksigen, serta lahan sebagai tempat tumbuh dan habitatnya. Kecuali itu, juga dipelajari cara peranan energi dan nutrisi dalam proses metabolisme tubuh, cara tumbuhan sebagai komponen produsen dalam sistem ekologi menjadi sumber pakan dan sumber energi untuk organisme lain melalui rangkaian jejaring makanan serta proses dekomposisi oleh mikrobiota, serta bagaimana tumbuhan sepanjang kehidupannya berinteraksi secara timbal balik dengan lingkungan fisik, kimia, dan biotik di sekitarnya (Ricklefs, 2001).

Awal pemahaman manusia dalam mempelajari ekologi secara umum dan ekologi tumbuhan secara khusus karena hal yang mendasar, bahwa pada dasarnya makhluk hidup di bumi tidak dapat hidup sendiri dan terasing dari makhluk hidup lainnya. Keberadaan tumbuhan sebagai makhluk hidup di dalam suatu lingkungan, habitat, atau suatu ekosistem tertentu merupakan bagian dari lingkungan hidupnya sendiri. Tumbuhan akan selalu berinteraksi satu sama lain dengan habitat dan lingkungan abiotik, maupun dengan tumbuhan sendiri dan

makhluk hidup lainnya. Tumbuhan dan berbagai makhluk hidup lain secara keseluruhan memiliki bentuk, penampilan, dan keberadaan yang berbeda. Makhluk hidup tersebut akan saling berinteraksi secara timbal balik dengan habitat dan lingkungannya, seperti tanah sebagai habitat, air, iklim, cahaya matahari, kelembaban atau suhu udara, pH tanah, dan unsur hara (nutrisi) serta mineral. Interaksi antara makhluk hidup dengan lingkungan tersebut kemudian akan membentuk berbagai sistem ekologi yang berbeda sehingga menciptakan keanekaragaman ekosistem (Rasidi, 2012).

1.2 Konsep Dasar Ekologi Tumbuhan

Konsep-konsep ekologi tumbuhan yang berkembang sejak tahun 1925-an merupakan tonggak bagi perkembangan ekologi tumbuhan modern. Sejarah perkembangan ekologi tumbuhan sebenarnya sama tuanya dengan sejarah peradaban manusia, karena dimulai sejak keberadaan manusia di bumi. Namun, secara garis besar sejarah perkembangan ekologi tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi tiga periode, yaitu: periode awal, periode abad 17-19, dan periode abad 21- sekarang. Ketiga periode perkembangan tersebut memiliki karakteristik berbeda. Beberapa konsep yang muncul di era ini, di antaranya:

1. Konsep kontroversial adalah Henry Gleason (AS), penentang teori suksesi Clements,
2. Robert H. Whittaker (era 40-70-an) di Amerika Utara, mengembangkan sinekologi,
3. Christen Raunkier (era 1925-an) di Benua Eropa, mengembangkan klasifikasi bentuk kehidupan (life form) tumbuhan dan metode kuantitatif dalam sampling vegetasi, Arthur Tansley yang mengemukakan istilah ecosystem,
4. John Harper (1950-an) dari Wales, banyak mengembangkan spesialisasi demografi tumbuhan, khususnya weedy species & Integrated Pest Management (IPM)

5. Josias Braun-Blanquet (1884-1980) dari Eropa mengembangkan metode dalam sampling komunitas tumbuhan, reduksi data vegetasi dan nomenklatur asosiasi

Ekologi tumbuhan mengandung dua pengertian, yaitu ekologi sebagai ilmu dan tumbuhan sebagai objek. Ekologi berasal dari kata oikos/rumah, dan logos/ilmu. Tumbuhan adalah organisme hidup eukariota multiseluler dari Kingdom Plantae, yang terdiri atas tumbuhan berbunga, Lycopodopsida, Gymnospermae, paku-pakuan, lumut, dan sejumlah alga hijau. Berdasarkan uraian tersebut, maka secara umum, ekologi tumbuhan diartikan sebagai kajian tentang hubungan timbal balik antara tumbuhan dan lingkungannya. Konsep yang menjadi dasar kajian ekologi tumbuhan adalah tumbuhan dan makhluk hidup lain memiliki kemampuan untuk bereaksi dan melakukan respon terhadap berbagai pengaruh faktor fisik dan kimia (abiotik) serta makhluk hidup (biotik) seperti, perubahan suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban udara atau curah hujan, dan naungan oleh tumbuhan lain yang terdapat di sekitarnya (Scanlan, 1988)

Menurut Brewer 1994, menyebutkan bahwa terdapat tiga jenis interaksi antara faktor biotik dan abiotik dalam sistem ekologi yang menjadi dasar struktur dan fungsi ekosistem yaitu antara habitat dan lingkungan dengan makhluk hidup yaitu tumbuhan, hewan, dan mikrobiota. Habitat dan lingkungan akan memengaruhi serta menentukan keberadaan maupun kondisi komunitas biota (masyarakat tumbuhan dan makhluk hidup lain dalam hal bagaimana tumbuhan, hewan, dan mikrobiota berperan dan berfungsi). Menurut Cox (1996) ekologi dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari sistem ekologi. Suatu sistem adalah satu perangkat berbagai unsur atau komponen yang terikat bersama oleh interaksi antarkomponen secara teratur. Suatu sistem ekologi dibentuk

oleh satu atau lebih makhluk hidup dan lingkungannya yang akan saling berinteraksi satu sama lain.

Pengaruh lingkungan fisik terhadap makhluk hidup dinamakan aksi, yaitu semua faktor ekologi yang memengaruhi makhluk hidup seperti suhu udara, pH tanah, atau foto periodisitas. Hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungan fisik, misalnya penutupan terhadap akses perolehan sinar matahari atau kondisi struktur dan formasi tanah yang tidak mendukung ekosistem makhluk hidup, dinamakan reaksi. Hubungan timbal balik di antara makhluk hidup dalam suatu komunitas akan berpengaruh terhadap habitat dan makhluk hidup lain, misalnya antara tumbuhan dengan organisme parasit pada daun dapat berbentuk kompetisi atau parasitisme. Hubungan interaksi tersebut dinamakan koaksi (Limpens, 2003)

Berdasarkan penjelasan tersebut, terlihat bahwa interaksi organisme dalam bentuk aksi, reaksi, dan koaksi pada umumnya lebih ditekankan pada interaksi antara tumbuhan dan lingkungan hidupnya secara lengkap, yaitu dalam hal bagaimana tumbuhan, hewan, dan mikrobiota berhubungan satu sama lain, peran dan fungsi untuk kehidupannya (Limpens, 2003).

Ekosistem terdiri dari tingkat keragaman suatu spesies tentu berbeda-beda dan amat dipengaruhi oleh keadaan lingkungannya. Untuk mempelajari pada tingkat ekosistem maka ekologi adalah cabang ilmu yang paling menuju untuk membahas tentang ekosistem ini, yaitu ilmu ekologi tumbuhan membahas lebih jauh mengenai hubungan timbal balik antara tumbuhan dengan komponen lain dalam suatu ekosistem. Keragaman dan persebaran tumbuhan merupakan aspek terpenting yang dibahas dalam kajian ilmu ekologi tumbuhan ini (Hadisubroto, 1990).

Ekologi berasal dari bahasa Yunani, yang terdiri dari dua kata, yaitu *oikos* yang artinya rumah atau tempat hidup, dan *logos* yang berarti ilmu. Ekologi diartikan sebagai ilmu yang

mempelajari baik interaksi antar makhluk hidup maupun interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya. Definisi ekologi yang diutarakan oleh Duhl, seorang ahli psikologi yaitu: Ekologi boleh didefinisikan konfrontasi 'inter-intra' biologi, psikologi, sosial dan faktor-faktor sejarah yang merangkumi sesebuah keluarga, sekolah, jiran tetangga, dan komunitikomuniti yang mengajar nilai-nilai, pertahanan dan kesalahan, makna dan kewujudan diri tqqetapi beliau mengatakan bahwa definisi ini hanya melalui kaca mata seorang ahli psikologi dan bukan definisi yang sebenar (Hedgpeth (1969). Ekologi merupakan suatu konsep dan mempunyai banyak cabang dan ekosistem merupakan salah satunya (Clark, 2010). Ekosistem merupakan suatu konsep yang kompleks dan analisis mereka berkenaan dengan konsep ekosistem menunjukkan bahawa konsep ekosistem adalah sesuai sebagai satu paradigma untuk mempermudah kekompleksan konsep ekologi lain (Setyobudiandi 2009).

Ekologi tumbuhan mengandung dua pengertian, yaitu ekologi sebagai ilmu dan tumbuhan sebagai objek. Ekologi berasal dari kata oikos atau rumah, dan logos atau ilmu. Tumbuhan adalah organisme hidup eukariota multiseluler dari Kingdom Plantae, yang terdiri atas tumbuhan berbunga, Lycopodopsida, Gymnospermae, paku-pakuan, lumut, dan sejumlah alga hijau. Berdasarkan uraian tersebut, maka secara umum, ekologi tumbuhan diartikan sebagai kajian tentang hubungan timbal balik antara tumbuhan dan lingkungannya (Hedgpeth 1969).

Ekologi tumbuhan sebagai salah satu cabang ilmu ekologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari secara spesifik interaksi tumbuhan dengan lingkungan hidupnya, yang berhubungan dengan berbagai proses dan fenomena alam. Misalnya, bagaimana tumbuhan untuk hidupnya memerlukan sinar matahari, air, oksigen, tanah atau lahan sebagai tempat tumbuh atau habitatnya. Bagaimana peranan energi dan nutrisi

untuk proses metabolisme tubuh, tumbuhan dalam ekosistem sebagai komponen produsen menjadi sumber pakan dan sumber energi untuk makhluk hidup lainnya yang diperoleh melalui rangkaian rantai dan jaring-jaring makanan, dan proses dekomposisi oleh mikrobiota (Ricklefs, R.E. 2001)

Ekologi tumbuhan mengkaji tentang tumbuhan dan penyebarannya. Pada dasarnya, ketika membahas ekologi tumbuhan tentulah tidak terlepas dari komponen biotik dan abiotik yang mendukung terbentuknya suatu ekosistem. Komunitas yang terdapat dalam suatu ekosistem penting dalam setiap pengkajian maupun dalam setiap praktikum terkait dengan ekologi tumbuhan sebab untuk mengetahui karakteristik suatu vegetasi atau areal diperlukan data awal tentang spesies-spesies yang menghuni komunitas tersebut. Selain itu, juga diperlukan cara penentuan khusus untuk memudahkan dalam perhitungan setiap jumlah setiap spesies (Molles, 2005).

Pengetahuan yang menjadi konsep dasar kajian ekologi tumbuhan adalah bahwa tumbuhan dan makhluk hidup lainnya memiliki kemampuan untuk bereaksi atau melakukan respon terhadap berbagai pengaruh faktor fisik (abiotik), seperti perubahan suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban udara atau curah hujan dan faktor biotik, seperti naungan oleh tumbuhan lain yang terdapat di sekitarnya. Reaksi atau respon tumbuhan terhadap faktor-faktor tersebut akan tercermin dalam berbagai cara, misalnya dalam bentuk reaksinya terhadap pengaruh lingkungan yaitu pada sifat-sifat adaptasi dan toleransi, pola sebaran, kelimpahan dan keanekaragaman jenis, anatomi dan morfologi bentuk akar, batang atau daun, pola tumbuh, aktivitas fisiologi dan reproduksinya. Dalam ekologi tumbuhan, satuan dasar ekologi yang menjadi dasar penelaahan tentang interaksi tumbuhan dengan berbagai faktor dalam lingkungannya adalah kajian tentang sistem ekologi atau ekosistem. Berdasarkan struktur ekosistem, terdapat tiga hal yang menjadi kunci penelaahan ekologi, yaitu individu (jenis

atau spesies), populasi, dan komunitas tumbuhan (Heddy, 1994).

Tumbuhan sebagai satu kesatuan makhluk hidup secara individual, merupakan suatu tingkatan taksonomis yang disebut jenis atau spesies. Spesies tumbuhan dapat didefinisikan sebagai organisme yang dapat melakukan perkawinan atau persilangan dengan tumbuhan sesamanya yang dapat menghasilkan turunan yang fertil. Secara genetis individu tumbuhan satu persatu merupakan suatu wujud makhluk hidup yang seragam bersamasama dengan lingkungannya, individu-individu tumbuhan tersebut membentuk satuan ekologi. Penelaan mengenai ekologi individu pada dasarnya berhubungan erat dengan hal-hal bagaimana tumbuhan berinteraksi dengan makhluk hidup lain, lingkungan mikro dan lingkungan makro di sekitarnya, yang secara individual akan menyesuaikan diri terhadap pengaruh berbagai faktor lingkungannya (Cox, 1996).

Penelaan tentang ekologi individu akan menghasilkan informasi yang berguna untuk menyusun atau mengungkapkan gambaran yang lengkap tentang kumpulan dari suatu jenis atau spesies tumbuhan yang sama yang dinamakan populasi tumbuhan. Populasi tumbuhan terbentuk dari suatu kelompok individu dari jenis atau spesies tumbuhan yang sama yang dapat berkembang biak antar jenis. Karena jenis-jenisnya, kebersamaannya sebagai satu kumpulan jenis tumbuhan terpelihara oleh perkembangbiakan antar jenis melalui pertukaran antar gen, maka jenis tersebut akan merupakan suatu kelompok individu yang mempunyai gen yang sama pula. Perbedaan kecil yang mungkin terdapat oleh adanya pengaruh lingkungan atau habitat setempat antar populasi tumbuhan merupakan dasar seleksi alam yang berlangsung secara evolusi. Kumpulan populasi dari berbagai jenis atau spesies tumbuhan yang menempati suatu wilayah tertentu akan membentuk suatu komunitas tumbuhan (Setiadi, 1989).

1.3 Prinsip Ekologi Tumbuhan

Aplikasi ilmu ekologi dengan prinsip-prinsip dasarnya apabila dipergunakan secara benar dan bertanggungjawab sebenarnya dapat memperbaiki segala kerusakan yang telah terjadi dan mencegah terulangnya peristiwa-peristiwa yang sangat tidak diinginkan. Ekologi menganut prinsip keseimbangan dan keharmonisan semua komponen alam. Terjadinya bencana alam seperti tsunami di Aceh, Sumatra Utara, Pangandaran dan terakhir terjadinya banjir pasang di sebagian Jakarta, fenomena angin puting beliung di beberapa tempat di Indonesia dan lain-lain adalah merupakan salah satu contoh keseimbangan dan harmonisasi alam terganggu. Ketika ketimpangan sudah mencapai pada puncaknya maka alam akan mengatur kembali dirinya dalam keseimbangan baru. Proses menuju keseimbangan baru tersebut sering kali menimbulkan perubahan yang drastis dan dianggap bencana bagi komponen alam yang lain (manusia) (Jumin, 1992).

Ekologi tumbuhan merupakan suatu penelaahan tentang berbagai aspek ekologi dari tumbuhan pada tingkat komunitas tumbuhan (vegetasi/flora) secara keseluruhan atau hanya menelaah populasi tumbuhan (species) secara khusus saja, baik pada lingkungan darat (terestris) maupun lingkungan perairan (akuatik) Dalam ekologi tumbuhan, satuan dasar ekologi yang menjadi kajian tentang interaksi tumbuhan dengan berbagai faktor ekologi dalam lingkungannya adalah kajian tentang sistem ekologi atau ekosistem. Berdasarkan struktur ekosistem, terdapat tiga hal yang menjadi kunci penelaahan ekologi yaitu individu (jenis atau spesies), populasi, dan komunitas tumbuhan. Tumbuhan sebagai satu kesatuan makhluk hidup secara individual, merupakan suatu tingkatan taksonomis yang disebut jenis atau spesies. Spesies tumbuhan secara umum dapat didefinisikan sebagai organisme yang dapat melakukan perkawinan atau persilangan dengan tumbuhan sesamanya untuk menghasilkan turunan fertil. Dalam ekologi tumbuhan,

secara genetis membentuk satuan ekologi (Setiadi & A. Yusron. 1989)

Flora adalah tumbuhan yang terdapat di suatu wilayah, sedangkan vegetasi adalah masyarakat tumbuhan dalam arti luas yang disusun oleh berbagai jenis tumbuhan yang terdapat di dalam suatu ekosistem. Konsosiasi adalah variasi vegetasi yang dikuasai oleh satu jenis tumbuhan saja, sedangkan asosiasi adalah satuan di dalam masyarakat tumbuhan yang diberi nama sesuai dengan jenis tumbuhan yang dominan. Penelaahan dalam ekologi dapat juga dikelompokkan dalam dua bidang kajian yang berhubungan dengan tumbuhan, hewan, atau mikroba, yaitu sinekologi dan autekologi. Sinekologi sering disebut sebagai ekologi komunitas, yaitu kajian ekologi yang mempelajari komunitas makhluk hidup sebagai suatu kesatuan yang saling berinteraksi antara berbagai jenis makhluk hidup dengan lingkungan di sekitarnya (Cecie, 2013).

Autekologi adalah kajian ekologi yang hanya mempelajari satu jenis makhluk hidup atau populasi saja, yang berinteraksi dengan sesama jenis dan lingkungannya, terutama dalam hubungannya dengan sejarah kehidupan atau fenologinya, disebut juga dengan ekologi populasi (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974; Tarumingkeng, 1994). Menurut Setiadi (1989) autekologi merupakan kajian tentang individu organisme atau individu spesies, menyangkut riwayat hidup dan kelakuannya dalam arti menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Sedangkan sinekologi mempelajari organisme yang merupakan satu kesatuan, dan dikenal sebagai ekologi komunitas

Menurut (Fujiwati, 2017) dalam tingkatan organisasi makhluk hidup dari yang paling sederhana sampai yang kompleks dapat di jelaskan sebagai berikut:

1. Sel merupakan satuan struktur yang terkecil dari tubuh makhluk hidup
2. Jaringan

Adalah kumpulan sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama

3. Organ

Adalah kumpulan jaringan yang menjadi bagian dari organisme

4. Sistem organ

Adalah kerjasama antara strukture dan fungsi organ yang harmonis dalam suatu tubuh.

5. Organisme/ individu

Organisme atau individu adalah satu makhluk hidup tunggal, terdiri dari gabungan sistem organ yang bekerja sama membentuk kehidupan.

6. Populasi

adalah kumpulan individu dari suatu spesies yang hidup di suatu tempat dengan waktu tertentu. Pengelompokan populasi bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara taksonomi dan secara fungsi

7. Pengelompokan populasi berdasarkan taksonomi adalah menentukan hubungan satu spesies atau kelompok yang memiliki hubungan kekeluargaan secara evolusi. Sedangkan secara fungsi merupakan penentuan berdasarkan peran di dalam lingkungan tersebut. Contoh populasi: sekumpulan padi disawah, sekumpulan banteng di lading

8. komunitas adalah seluruh makhluk hidup yang hidup di suatu daerah. Komunitas dipelajari dalam ekologi komunitas atau sinekologi, yaitu studi tentang interaksi di antara spesies dalam komunitas pada banyak skala spasial (ruang) dan temporal (waktu).

9. Bioma

Bioma adalah organisasi kehidupan yang cukup beragam jenis makhluk hidup di dalamnya. Bioma terdiri atas produsen, konsumen, dan dekomposer atau pengurai di mana siklus awalnya untuk menghasilkan energi dan materi dimulai dari tumbuhan.

10. Biosfer adalah sistem ekologis global yang menyatukan seluruh makhluk hidup dan hubungan antara makhluk hidup tersebut. Biosfer lebih fokus kepada tempat tinggal makhluk hidup, seperti flora dan fauna yang bertempat di daratan atau di perairan.

Reaksi dan respon tumbuhan terhadap faktor tersebut akan tampak dari berbagai cara, misalnya bentuk reaksi tumbuhan terhadap pengaruh lingkungan akan tampak pada sifat adaptasi dan toleransi, pola sebaran, kelimpahan, dan keanekaragaman jenis, aktivitas fisiologi, serta cara bereproduksi. Dalam ekologi tumbuhan, satuan dasar ekologi yang menjadi kajian tentang interaksi tumbuhan dengan berbagai faktor ekologi dalam lingkungannya adalah kajian tentang sistem ekologi atau ekosistem (Clapham, 1973).

Berdasarkan struktur ekosistem, terdapat tiga hal yang menjadi kunci penelaahan ekologi yaitu individu (jenis atau spesies), populasi, dan komunitas tumbuhan. Tumbuhan sebagai satu kesatuan makhluk hidup secara individual, merupakan suatu tingkatan taksonomis yang disebut jenis atau spesies. Spesies tumbuhan secara umum dapat didefinisikan sebagai organisme yang dapat melakukan perkawinan atau persilangan dengan tumbuhan sesamanya untuk menghasilkan turunan fertil. Dalam ekologi tumbuhan, secara genetis individu tumbuhan satu-persatu merupakan suatu wujud makhluk hidup yang tampak seragam dan bersama-sama dengan lingkungannya membentuk satuan ekologi. Penelaahan tentang ekologi individu pada dasarnya berhubungan erat dengan aspek bagaimana tumbuhan berinteraksi dengan makhluk hidup lain dan lingkungan mikro di sekitarnya, yang secara individual akan menyesuaikan diri terhadap pengaruh berbagai faktor lingkungannya. Penelaahan tentang ekologi individu akan

menghasilkan informasi yang berguna untuk mengungkapkan gambaran lengkap tentang kumpulan suatu jenis tumbuhan yang sama, yang dinamakan populasi tumbuhan (Heddy, S. & M. Kurniati. 1994).

Populasi tumbuhan terbentuk dari suatu kelompok individu dari jenis tumbuhan sama yang dapat berkembangbiak antarjenis. Kebersamaan sebagai suatu kumpulan jenis tumbuhan akan terpelihara oleh perkembangbiakan antar jenis melalui pertukaran antargen sehingga jenis tersebut akan merupakan suatu kelompok individu yang mempunyai gen yang sama pula. Perbedaan kecil yang mungkin terdapat oleh adanya pengaruh lingkungan atau habitat setempat antara populasi tumbuhan merupakan dasar seleksi alam yang berlangsung secara evolusi. Kumpulan populasi dari berbagai jenis tumbuhan yang terdapat atau menempati suatu wilayah tertentu akan membentuk suatu komunitas tumbuhan. Suatu komunitas tumbuhan tidaklah selalu harus terdapat pada suatu wilayah atau habitat yang luas dengan berbagai jenis tumbuhan yang menyusunnya dan makhluk hidup lain yang hidup bersamanya, seperti di hutan, rawa atau padang lamun. Pada kenyataannya, komunitas tumbuhan dapat mempunyai ukuran yang relatif tidak besar, seperti komunitas tumbuhan air di dalam akuarium. Dalam suatu ekosistem individu, populasi dan komunitas tumbuhan cenderung tidak pernah sepenuhnya dalam keadaan mantap, tetapi cenderung dalam keadaan keseimbangan yang mudah goyah (Qayim, 2005).

Berbagai kaidah ekologi yang berlangsung secara terus-menerus akan mengakibatkan berbagai proses seperti interaksi, toleransi, adaptasi, fisiologi, asosiasi, dan suksesi membentuk keseimbangan dinamis atau homeostasis untuk skala waktu

tertentu. Dalam ekologi tumbuhan, konsep dasar ekologi yang penting dipelajari antara lain (Clapham, W. B. 1973).

Prinsip ekologi sangat bermanfaat sebagai panduan dalam pengembangan pertanian organik. Prinsip ini mengatakan bahwa proses produksi harus didasarkan pada daur ulang ekologis. Penerapan teknologi berperan penting dalam meningkatkan interaksi antarkomponen ekosistem. Namun, teknologi yang diterapkan harus bersifat spesifik lokasi dengan mempertimbangkan kearifan tradisional dari masing-masing lokasi. Berikut ini prinsip ekologi dalam penerapan pertanian organik:

- a. Memperbaiki kondisi tanah agar bisa menguntungkan pertumbuhan tanaman. Kegiatan yang paling utama adalah pengelolaan bahan organik untuk meningkatkan kegiatan komponen biotik dalam tanah.
- b. Mengoptimalkan ketersediaan serta keseimbangan unsur hara di dalam tanah. Misalnya melalui fiksasi nitrogen, penambahan dan daur pupuk dari luar usaha tani.
- c. Mengelola iklim mikro agar kehilangan hasil panen akibat aliran panas, udara dan air dapat dibatasi. Misalnya dengan pengelolaan air dan pencegahan erosi.
- d. Kehilangan hasil panen akibat gangguan hama dan penyakit dibatasi dengan upaya preventif melalui perlakuan yang aman.
- e. Pemanfaatan sumber kekayaan genetika dalam sistem pertanaman terpadu. Sesuai dengan prinsip ekologi, aliran hara dalam sistem ekologi harus berjalan secara konstan. Oleh karena itu, unsur hara yang hilang atau terangkut bersama hasil panen, erosi, atau pelindian, selama proses budi daya hingga panen harus digantikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brewer, R. 1994. *The Science of Ecology*. 2nd ed. Philadelphia: Sauders College Publishing Ltd. Co.
- Cox, W.G. 1996. *Laboratory Manual of Gernerel Ecology*. 7th ed. Dubuque: Wm. C. Brown Publishing Ltd. Co.
- Cecie S. Ralph T. Cristina E. Lisa S. 2013. *Biology The unity and diversity of life*.
- Clapham, W. B. 1973. *Natural Ecosystem*. MacMillan Publishing Co., New York.
- Heddy, S. & M. Kurniati. 1994. *Prinsip-prinsip Dasar Ekologi: Suatu Bahasan Tentang Kaidah Ekologi dan Penerapannya*. Jakarta: Raya Grafindo.
- Jumin, H. B. 1992. *Ekologi Tanaman; Suatu Pendekatan Fisiologi*. Jakarta: Rajawali Press.
- Jumin, H. B. 2008. *Dasar-dasar Agronomi*. Jakarta: PT Rajagraindo Persada
- Qayim, I. 2005. *Ekologi Hutan Tropis*. Jakarta: Universitas Terbuka
- Rasydi, F. 2014. Permasalahan dan dampak kebakaran hutan. *Jurnal Lingkar Widyaaiswara*, 1(4), 47-59.
- Ricklefs, R.E. 2001. *The Economy of Natura*. 5th Ed. New York: W.H. Freeman dan Company
- Setyobudiandi, I., Sulistiono., Yulianda, F., Kusmana, C., Hariyadi, S., Damar, A., Sembiring, A., & Bahtiar. 2009. Sampling dan Analisis Data Perikanan dan Kelautan, Terapan Metode Pengambilan Contoh di Wilayah Pesisir dan Laut. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Scanlan, J. C. 1988. Managing tree and shrub populations. Native pastures in Queensland their resources and management. W. H. Burrows, J. C. Scanlan and M. T. Rutherford. Queensland, Queensland Government Press.

- Setiadi, D. I. Mahadiono & A. Yusron. 1989. *Pengantar Ekologi. Pusat Antar Universitas-Ilmu Hayat*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pujiwati, I. 2017. *Biologi Tumbuhan*. Intimedia kelompok Intrans Publishing Wisma Kalimetro. Malang.

BAB 2

TUMBUHAN DALAM LINGKUNGAN

2.1 Pendahuluan

Ada beberapa konsep penting dalam ekologi tumbuhan yang berkaitan dengan tumbuhan dalam lingkungan yang kompleks, yakni spesies tumbuhan, interaksi tumbuhan dengan lingkungan, ekosistem, kompetisi, simbiologi, suksesi.

Tumbuhan memiliki spesies yang berbeda-beda, yang masing-masing memiliki karakteristik dan adaptasi yang berbeda dalam menjalani hidup di lingkungannya. Oleh karena itu, dalam mempelajari ekologi tumbuhan, penting untuk memahami perbedaan dan peran dari masing-masing spesies tumbuhan. Di dalam lingkungan ekosistem, tumbuhan berinteraksi dengan lingkungan melalui pertukaran zat dan energi. Proses ini melibatkan pengambilan air, nutrisi, dan gas dari lingkungan, serta pengeluaran oksigen dan karbon dioksida ke dalam lingkungan. Lingkungan juga mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, termasuk faktor-faktor seperti suhu, cahaya, kelembaban, dan tekanan lingkungan.

Tumbuhan merupakan salah satu komponen penting dalam ekosistem, yaitu suatu sistem kompleks yang terdiri dari makhluk hidup dan lingkungannya. Tumbuhan berperan dalam mengubah energi matahari menjadi bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup lainnya, serta sebagai sumber makanan bagi herbivora. Selain itu, tumbuhan juga mempengaruhi ketersediaan air dan nutrisi di dalam ekosistem.

Tumbuhan dapat bersaing dengan tumbuhan lainnya dalam memperebutkan sumber daya seperti air, nutrisi, dan cahaya. Dalam lingkungan yang kompleks, kompetisi menjadi sangat penting dalam mempengaruhi distribusi dan kelangsungan hidup tumbuhan.

Tumbuhan dapat membentuk hubungan simbiosis dengan makhluk hidup lainnya, seperti dengan jamur atau bakteri. Simbiosis ini dapat memberikan manfaat bagi kedua belah pihak, seperti meningkatkan akses tumbuhan terhadap nutrisi atau melindungi tumbuhan dari patogen. Tumbuhan juga dapat mempengaruhi perubahan dan evolusi suatu ekosistem melalui proses suksesi, yaitu perubahan susunan dan komposisi jenis tumbuhan yang tumbuh di suatu area dalam jangka waktu yang panjang. Suksesi ini dipengaruhi oleh interaksi antara tumbuhan, lingkungan, dan faktor-faktor lainnya.

2.2 Konsep spesies modern, spesies taksonomis dan spesies ekologis

Dalam kajian ekologi tumbuhan, terdapat tiga konsep spesies yang penting untuk dipahami, yaitu:

2.2.1 Konsep Spesies Modern

Konsep spesies modern berfokus pada kemampuan individu-individu dalam satu populasi untuk menghasilkan keturunan yang dapat berkembang biak secara alami. Dalam konsep ini, spesies didefinisikan sebagai kelompok individu yang memiliki kesamaan dalam sifat-sifat genetik dan reproduksi, serta terpisah dari kelompok individu lain yang tidak dapat menghasilkan keturunan yang subur bersama.

Spesies modern dapat membantu kita memahami pola reproduksi dan pergerakan gen dalam populasi tumbuhan, serta bagaimana spesies baru dapat terbentuk melalui proses pemisahan genetik dan isolasi reproduktif.

2.2.2 Konsep Spesies Taksonomis

Konsep spesies taksonomis berfokus pada kesamaan dalam morfologi atau bentuk fisik dari individu-individu dalam suatu kelompok. Dalam konsep ini, spesies didefinisikan sebagai kelompok individu yang memiliki kesamaan dalam ciri-ciri morfologi seperti ukuran, bentuk, warna, dan struktur tubuh.

Spesies taksonomis dapat membantu kita mengenali dan membedakan spesies tumbuhan berdasarkan ciri-ciri morfologi, sehingga kita dapat memahami sebaran dan distribusi spesies dalam suatu ekosistem.

2.2.3 Konsep Spesies Ekologis

Konsep spesies ekologis berfokus pada interaksi antara individu-individu dalam suatu populasi dengan lingkungan di sekitarnya. Dalam konsep ini, spesies didefinisikan sebagai kelompok individu yang memiliki adaptasi yang serupa untuk memanfaatkan sumber daya dan memenuhi kebutuhan hidup di lingkungan tertentu. Dalam hal ini, spesies dapat didefinisikan sebagai kelompok individu yang saling bersaing dan berinteraksi dengan lingkungan yang sama.

Spesies ekologis dapat membantu kita memahami interaksi antara spesies tumbuhan dengan lingkungan, dan bagaimana spesies tersebut beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berbeda. Dalam hal ini, pemahaman tentang spesies ekologis dapat membantu dalam pengelolaan sumber daya alam dan konservasi ekosistem.

Ketiga konsep spesies tersebut dapat mempengaruhi pemahaman kita tentang aspek-aspek ekologi tumbuhan seperti keanekaragaman hayati, persaingan, dan kerentanan terhadap perubahan lingkungan. Ketiga konsep spesies tersebut juga memiliki kelemahan dan batasan. Contohnya, spesies taksonomis mungkin tidak dapat membedakan spesies yang serupa dalam bentuk atau morfologi, namun memiliki perbedaan genetik atau ekologis yang signifikan. Selain itu, konsep spesies modern juga dapat mengabaikan perbedaan antara populasi yang saling berinteraksi tetapi tidak dapat menghasilkan keturunan yang subur. Oleh karena itu, dalam kajian ekologi tumbuhan, kita perlu mempertimbangkan dan menggunakan konsep spesies secara hati-hati, serta memadukan berbagai pendekatan dan metode untuk memahami keragaman hayati tumbuhan secara lebih komprehensif.

2.3 Konsep ekotipe menurut Kerner dan Turesson

Konsep ekotipe merujuk pada perbedaan fenotipik yang terjadi pada individu dalam suatu spesies tumbuhan yang tinggal di lingkungan yang berbeda. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh ahli botani Austria, A. Kerner pada abad ke-19, dan kemudian dikembangkan oleh ahli botani Swedia, T. Turesson pada awal abad ke-20. Kedua ahli botani tersebut memiliki pendekatan yang berbeda dalam menjelaskan konsep ekotipe.

Menurut Kerner, ekotipe adalah bentuk-bentuk lokal dari spesies tumbuhan yang telah beradaptasi dengan lingkungan di mana mereka tumbuh. Kerner menekankan pada peran lingkungan dalam membentuk ekotipe, dan menganggap perbedaan-perbedaan fenotipik yang terjadi sebagai hasil dari adaptasi genetik. Oleh karena itu, ia berpendapat bahwa ekotipe

merupakan bentuk-bentuk spesifik yang tidak dapat saling bercampur dengan bentuk-bentuk dari daerah lain.

Sementara itu, Turesson lebih menekankan pada faktor genetik dalam membentuk ekotipe. Menurut Turesson, ekotipe terbentuk melalui seleksi alam pada individu yang memiliki variasi genetik tertentu yang memungkinkan mereka beradaptasi dengan lingkungan yang berbeda. Dalam pandangan Turesson, ekotipe tidak selalu merupakan bentuk-bentuk spesifik yang terisolasi dari daerah lain, tetapi bisa saja saling berhubungan dan terdapat dalam suatu rentang geografis yang luas.

Meskipun kedua pendekatan tersebut memiliki perbedaan, namun keduanya mengakui bahwa ekotipe merupakan hasil dari interaksi antara faktor lingkungan dan genetik dalam membentuk perbedaan fenotipik pada suatu spesies tumbuhan. Konsep ekotipe sangat penting dalam kajian ekologi tumbuhan karena membantu kita memahami bagaimana spesies tumbuhan beradaptasi dengan lingkungan yang berbeda dan mempertahankan keberlangsungan hidup mereka.

Dalam ekologi tumbuhan, konsep ekotipe memiliki beberapa implikasi penting. Pertama, memahami perbedaan fenotipik antara ekotipe dari suatu spesies tumbuhan dapat membantu kita memprediksi bagaimana spesies tersebut akan bereaksi terhadap perubahan lingkungan. Misalnya, jika suatu spesies tumbuhan memiliki ekotipe yang mampu tumbuh di tanah yang berbeda kandungan nutrisinya, maka spesies tersebut mungkin akan lebih toleran terhadap perubahan kandungan nutrisi tanah.

Kedua, konsep ekotipe dapat membantu kita memahami pola distribusi suatu spesies tumbuhan di alam. Misalnya, jika suatu spesies tumbuhan memiliki ekotipe yang mampu tumbuh di wilayah yang berbeda kondisi iklimnya, maka spesies tersebut

mungkin akan lebih tersebar secara geografis dan memiliki distribusi yang lebih luas.

Ketiga, konsep ekotipe dapat membantu kita dalam mengembangkan strategi konservasi spesies tumbuhan. Jika suatu spesies tumbuhan memiliki ekotipe yang hanya terdapat di suatu wilayah yang terancam oleh perubahan lingkungan atau perusakan habitat, maka ekotipe tersebut mungkin perlu dipertahankan melalui program konservasi yang spesifik.

Namun, terdapat juga kritik terhadap konsep ekotipe, terutama terkait dengan masalah pengukuran dan identifikasi ekotipe yang tepat. Sebuah ekotipe tidak selalu mudah untuk dikenali dan mungkin memiliki perbedaan fenotipik yang sangat kecil dengan ekotipe lainnya. Selain itu, dalam beberapa kasus, terdapat perbedaan fenotipik yang terlihat antara individu dalam satu ekotipe yang sama. Oleh karena itu, pengukuran dan identifikasi ekotipe dapat menjadi masalah yang kompleks dan memerlukan penelitian yang lebih lanjut.

2.4 Elemen ekotipe menurut Turesson

Konsep ekotipe merujuk pada perbedaan fenotipik yang terjadi pada individu dalam suatu spesies tumbuhan yang tinggal di lingkungan yang berbeda. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh ahli botani Austria, A. Kerner pada abad ke-19, dan kemudian dikembangkan oleh ahli botani Swedia, T. Turesson pada awal abad ke-20. Kedua ahli botani tersebut memiliki pendekatan yang berbeda dalam menjelaskan konsep ekotipe.

Menurut Kerner, ekotipe adalah bentuk-bentuk lokal dari spesies tumbuhan yang telah beradaptasi dengan lingkungan di mana mereka tumbuh. Kerner menekankan pada peran lingkungan dalam membentuk ekotipe, dan menganggap

perbedaan-perbedaan fenotipik yang terjadi sebagai hasil dari adaptasi genetik. Oleh karena itu, ia berpendapat bahwa ekotipe merupakan bentuk-bentuk spesifik yang tidak dapat saling bercampur dengan bentuk-bentuk dari daerah lain.

Sementara itu, Turesson lebih menekankan pada faktor genetik dalam membentuk ekotipe. Menurut Turesson, ekotipe terbentuk melalui seleksi alam pada individu yang memiliki variasi genetik tertentu yang memungkinkan mereka beradaptasi dengan lingkungan yang berbeda. Dalam pandangan Turesson, ekotipe tidak selalu merupakan bentuk-bentuk spesifik yang terisolasi dari daerah lain, tetapi bisa saja saling berhubungan dan terdapat dalam suatu rentang geografis yang luas.

Meskipun kedua pendekatan tersebut memiliki perbedaan, namun keduanya mengakui bahwa ekotipe merupakan hasil dari interaksi antara faktor lingkungan dan genetik dalam membentuk perbedaan fenotipik pada suatu spesies tumbuhan. Konsep ekotipe sangat penting dalam kajian ekologi tumbuhan karena membantu kita memahami bagaimana spesies tumbuhan beradaptasi dengan lingkungan yang berbeda dan mempertahankan keberlangsungan hidup mereka.

Dalam ekologi tumbuhan, konsep ekotipe memiliki beberapa implikasi penting. Pertama, memahami perbedaan fenotipik antara ekotipe dari suatu spesies tumbuhan dapat membantu kita memprediksi bagaimana spesies tersebut akan bereaksi terhadap perubahan lingkungan. Misalnya, jika suatu spesies tumbuhan memiliki ekotipe yang mampu tumbuh di tanah yang berbeda kandungan nutrisinya, maka spesies tersebut mungkin akan lebih toleran terhadap perubahan kandungan nutrisi tanah.

Kedua, konsep ekotipe dapat membantu kita memahami pola distribusi suatu spesies tumbuhan di alam. Misalnya, jika suatu spesies tumbuhan memiliki ekotipe yang mampu tumbuh di wilayah yang berbeda kondisi iklimnya, maka spesies tersebut mungkin akan lebih tersebar secara geografis dan memiliki distribusi yang lebih luas.

Ketiga, konsep ekotipe dapat membantu kita dalam mengembangkan strategi konservasi spesies tumbuhan. Jika suatu spesies tumbuhan memiliki ekotipe yang hanya terdapat di suatu wilayah yang terancam oleh perubahan lingkungan atau perusakan habitat, maka ekotipe tersebut mungkin perlu dipertahankan melalui program konservasi yang spesifik.

Namun, terdapat juga kritik terhadap konsep ekotipe, terutama terkait dengan masalah pengukuran dan identifikasi ekotipe yang tepat. Sebuah ekotipe tidak selalu mudah untuk dikenali dan mungkin memiliki perbedaan fenotipik yang sangat kecil dengan ekotipe lainnya. Selain itu, dalam beberapa kasus, terdapat perbedaan fenotipik yang terlihat antara individu dalam satu ekotipe yang sama. Oleh karena itu, pengukuran dan identifikasi ekotipe dapat menjadi masalah yang kompleks dan memerlukan penelitian yang lebih lanjut.

2.5 Konsep ekoklin, biotipe dan ekofen

Konsep ekoklin, biotipe, dan ekofen adalah konsep penting dalam ekologi tumbuhan yang berkaitan dengan perbedaan fenotipik antar populasi tumbuhan dalam suatu spesies. Berikut adalah penjelasan rinci untuk masing-masing konsep tersebut:

2.5.1 Ekoklin

Ekoklin adalah daerah transisi antara dua ekosistem yang berbeda, di mana terjadi perubahan fenotipik bertahap dalam suatu populasi tumbuhan. Ekoklin dapat terjadi karena adanya

perbedaan lingkungan yang signifikan seperti perbedaan suhu, curah hujan, atau jenis tanah. Perubahan fenotipik yang terjadi dalam populasi tumbuhan pada ekoklin biasanya terkait dengan adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang berbeda. Contohnya, pada ekoklin antara hutan dan padang rumput, populasi tumbuhan pada daerah tersebut akan menunjukkan perubahan fenotipik yang terkait dengan adaptasi terhadap cahaya, nutrisi, dan kelembaban yang berbeda.

2.5.2 Biotipe

Biotipe adalah bentuk-bentuk populasi tumbuhan yang memiliki perbedaan fenotipik yang dihasilkan oleh faktor genetik. Biotipe biasanya terbentuk melalui seleksi alam atau evolusi, dan biasanya ditemukan pada populasi tumbuhan yang terpisah secara geografis. Contohnya, populasi tumbuhan di wilayah yang kering mungkin akan memiliki biotipe yang tahan terhadap kekeringan, sedangkan populasi tumbuhan di wilayah yang lembab mungkin akan memiliki biotipe yang lebih sensitif terhadap kekeringan.

2.5.1 Ekofen

Ekofen adalah bentuk fenotipik yang dihasilkan oleh adaptasi suatu individu tumbuhan terhadap lingkungan tertentu. Ekofen biasanya terbentuk dalam waktu yang relatif singkat dan dapat terjadi pada populasi tumbuhan yang tidak terpisah secara geografis. Contohnya, tumbuhan yang tumbuh di lingkungan yang berbeda dapat menunjukkan perbedaan ekofen dalam ukuran, bentuk, dan warna daun atau bunga. Perbedaan ekofen dapat dihasilkan oleh faktor lingkungan seperti suhu, cahaya, nutrisi, atau kelembaban.

Ketiga konsep ini memiliki implikasi penting dalam ekologi tumbuhan. Contohnya, pemahaman tentang ekoklin dapat membantu kita memahami bagaimana populasi tumbuhan

beradaptasi dengan lingkungan yang berubah, sementara pemahaman tentang biotipe dapat membantu kita memahami bagaimana populasi tumbuhan berevolusi dalam respons terhadap lingkungan yang berubah. Pemahaman tentang ekofen dapat membantu kita memahami bagaimana adaptasi terhadap lingkungan terjadi pada tingkat individu.

Penerapan konsep ekoklin, biotipe, dan ekofen juga dapat membantu dalam konservasi tumbuhan dan pengelolaan sumber daya alam. Dalam konteks konservasi, pemahaman tentang biotipe dan ekofen dapat membantu mengidentifikasi spesies atau populasi tumbuhan yang unik dan memiliki nilai konservasi yang tinggi. Pemahaman tentang ekoklin dapat membantu dalam memahami bagaimana perubahan lingkungan dapat mempengaruhi distribusi spesies dan populasi tumbuhan di wilayah yang terdampak.

Selain itu, konsep ekoklin, biotipe, dan ekofen juga dapat digunakan dalam pengelolaan sumber daya alam. Pemahaman tentang biotipe dan ekofen dapat membantu dalam pemilihan varietas tumbuhan yang tepat untuk pertanian atau kehutanan. Pemahaman tentang ekoklin dapat membantu dalam memilih lokasi yang tepat untuk kegiatan penanaman tumbuhan atau pengembangan proyek infrastruktur.

Konsep ekoklin, biotipe, dan ekofen adalah konsep penting dalam ekologi tumbuhan yang berkaitan dengan perbedaan fenotipik antar populasi tumbuhan dalam suatu spesies. Konsep-konsep ini dapat membantu kita memahami bagaimana adaptasi tumbuhan terjadi dalam respons terhadap lingkungan yang berubah dan dapat digunakan dalam konservasi tumbuhan dan pengelolaan sumber daya alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardana, I Putu Gede. (2015). *Ekologi Tumbuhan*. Udayana University Press, Bali.
- Barbour, Michael G, Jack H. Burk, dan Wanna D. Pitts. (1932). *Terrestrial Plant Ecology Second Edition*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, California.
- Begon, M., Harper, J. L., & Townsend, C. R. (2012). *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. John Wiley & Sons, UK.
- Dwidjoseputro. (1990). *Ekologi Manusia dengan Lingkungannya*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Enger, Eldon D, Frederick C. Ross dan David B. Bailey. (2009). *Concepts in Biology Thirteenth Edition*. McGraw-Hill, New York.
- Hariyanto, Sucipto, Bambang Irawan, dan Thin Soedarti. (2008). *Teori dan Praktik Ekologi*. Airlangga University Press, Surabaya.
- Jayadi, Edi Muhamad. (2021). *Ekologi Tumbuhan*. Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Mataram, Mataram.
- Pollock, Steve. (2005). *Ecology*. DK Publishing, New York.
- Odum, Eugene P. (1996). *Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga*. UGM Press, Yogyakarta.
- Sher, A Anna dan Manuel C. Molles JR. (2022). *Ecology Concepts and Applications*. McGraw Hill LLC, New York.

BAB 3

PENGARUH FAKTOR BIOTIK PADA TUMBUHAN

3.1 Pendahuluan

Kehidupan tidak bisa menyendiri terlebih hidup dalam lingkungan yang lebih luas pada suatu ekosistem. Dalam ekosistem tentu terjadi interaksi kehidupan yang saling pengaruh mempengaruhi dan saling ketergantungan. Terlebih tumbuhan itu sebagai produsen karena memiliki kemampuan mengubah material organik menjadi suatu material yang lebih kompleks melalui proses fotosintesis. Produk dari proses fotosintesis ini menjadi sumber material yang banyak dibutuhkan makhluk hidup lainnya. Adanya kehidupan yang saling membutuhkan itu akan dapat membentuk suatu rantai kehidupan yang harmonis dan berkelanjutan. Kehidupan yang harmonis ini mampu tercapai karena adanya pengaruh dari faktor abiotik (makhluk mati atau suatu yang tidak hidup) dan pengaruh dari biotik (makhluk hidup atau kehidupan) termasuk pengaruh pada tumbuh-tumbuhan. Kedua faktor ini bisa memberikan pengaruh secara tunggal, artinya pengaruh abiotik atau biotik saja, namun sering terjadi secara bersama-sama berpengaruh dalam kehidupan tumbuhan. Pengaruh yang diberikan ini dapat memberikan keuntungan bagi tumbuhan dan bahkan tidak sedikit juga memberikan pengaruh negatif berupa cekaman pada tumbuhan. Adanya cekaman ini menjadikan tumbuhan mengalami penurunan fungsi serta kerusakan sel yang berdampak pada pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan bahkan bisa terjadi kematian (Gill and Tuteja, 2010), terganggunya proses fisiologis pada tumbuhan (Pedrol *et al.*,

2006) serta menurunkan berat basah, berat kering dan pertumbuhan tajuk tanaman kedelai (Darmanti *et al.* 2016).

Biotik merupakan suatu komponen yang terdiri dari makhluk hidup atau kehidupan, yaitu manusia, hewan, tumbuhan termasuk makhluk hidup mikroskopis (mikroorganisme). Sedangkan abiotik sebagai komponen yang terdiri dari makhluk tak hidup atau benda mati, meliputi: intensitas cahaya, suhu, kelembaban, tanah, air, iklim dan lainnya. Jadi bila membahas lingkungan biotik berarti suatu kawasan yang terdiri dari komponen biotik, demikian pula lingkungan abiotik, yang meliputi komponen abiotik. Pembahasan pengaruh faktor biotik terhadap tumbuhan dapat dipelajari dalam Autekologi, mempelajari ekologi meliputi satu spesies makhluk hidup namun memiliki populasi besar. Sedangkan cabang ekologi berikutnya adalah Sinekologi, ekologi yang meliputi beberapa jenis makhluk hidup. Kedua cabang ekologi ini sangat erat kaitannya dengan interaksi tumbuhan terhadap biotik lainnya. Keberadaan beranekaragam tumbuhan yang menyusun suatu kawasan, misalnya hutan sangat berkaitan erat dengan kondisi habitat dan niche (relung ekologi). Hutan sebagai salah satu bentuk habitat yang dihuni berbagai jenis makhluk hidup menjadi satu kesatuan ekosistem yang memiliki sumber daya hayati (SDH) yang didominasi tumbuh-tumbuhan. Hal ini disebabkan karena salah satu penyusun hutan yaitu vegetasi berupa kumpulan beberapa jenis tumbuhan dan organisme lainnya (hewan, mikroorganisme) yang saling berinteraksi.

Interaksi antara tumbuhan dengan biotik atau makhluk hidup dapat membentuk suatu kerjasama yang sering disebut simbiosis. Terjadinya simbiosis berupa kerjasama saling menguntungkan antara tumbuhan dengan biotik memberikan nilai tambah dalam menjaga kelestarian gen, spesies, habitat dan ekosistem secara lebih luas. Melindungi dan menjaga kelestarian

suatu kawasan termasuk kawasan hutan merupakan suatu bentuk kepedulian dan terciptanya kelestarian habitat makhluk hidup termasuk fauna penghuni tanah dalam suatu ekosistem. Mempertahankan kawasan dan habitat sebagai bentuk konservasi berupa kelestarian spesies merupakan cara yang paling baik. Konservasi itu sendiri merupakan bentuk pengelolaan biotik di alam oleh manusia secara baik dan bijaksana melalui pemeliharaan potensi yang dimiliki menjadi aset yang dapat diwariskan untuk generasi mendatang.

3.2 Interaksi antara Tumbuhan dengan Tumbuhan

Jika dua atau lebih species tumbuhan menghuni suatu tempat tertentu, maka ada berbagai kemungkinan interaksi yang muncul di antara mereka, baik yang bersifat positif maupun negatif. Interaksi yang bersifat positif, tentu kedua belah pihak mendapatkan keuntungan atau paling tidak ada yang merasa diuntungkan namun yang lain tidak dirugikan. Interaksi ini dapat dalam bentuk simbiosis mutualisme dan simbiosis komensalisme; sedangkan interaksi yang bersifat negatif adalah kompetisi dan parasitisme.

1. Simbiosis Mutualisme

Dalam hubungan timbal balik ini semua pihak mendapatkan suatu keuntungan secara langsung maupun tidak langsung, bahkan berdampak positif terhadap kehidupan lainnya. Bentuk kerjasama sebagai simbiosis mutualisme dapat ditemukan dalam kegiatan ternak madu pada serangga/lebah *Trigona* sp. untuk menghasilkan madu. Tumbuhan jenis tanaman bunga pengantin, banyak menghasilkan nektar dan polen yang menjadi sumber bahan madu itu diisap lebah *Trigona* sp. melalui alat isap probosis. Tanaman dibantu serangga/lebah dalam proses penyerbukan untuk mempercepat pembungaan dan pembentukan buah (tanaman buah) dan serangga mendapatkan nektar sebagai pakan. Simbiosis mutualisme sering terjadi berupa Interaksi

antara serangga penyerbuk (*Insect pollinators*) dengan tumbuhan berbunga.

Simbiosis yang terjadi antara jamur Mikoriza yang menghuni akar pohon dari jenis kayu meranti. Mikoriza mampu menyediakan hara dan air sehingga penyerapan oleh akar menjadi lancar, menyebabkan metabolisme pada tumbuhan mampu mempercepat laju pertumbuhan, ketahanan tumbuhan dalam kondisi ekstrim misal kekeringan serta kemampuan akar dalam perlindungan terhadap patogen penyakit akar. Dalam simbiosis ini tumbuhan menyediakan nutrisi berupa glukosa (dalam bentuk gula sederhana) untuk kebutuhan hidup jamur Mikoriza. Simbiosis ini akan terus bisa berjalan apabila lingkungan tempat hidup mendukung. Lebah *Trigona* sp. menghisap nektar bunga *Kaliandra* dan jamur Mikoriza pada akar kacang tanah (Gambar 3.1)



Gambar 3.1. Simbiosis Mutualisme

A. *Trigona* sp. menghisap nektar bunga *Kaliandra*.

B. Mikoriza pada akar kacang tanah

(Sumber: I Wayan Suanda)

2. Simbiosis Komensalisme

Interaksi tumbuhan pada simbiosis komensalisme umumnya terjadi pada ekosistem hutan tropis yang ditumbuhi pohon-pohon besar. Pohon tersebut pada batang dan ranting ditumbuhi dengan menempelnya beberapa jenis

tanaman sebagai epifit (jenis anggrek, paku, suplir, Ordo sirih-sirihan) dan memanjat bagi jenis liana. Epifit dan liana banyak tumbuh pada pohon inang sebagai media tempat hidup dan mendapat cahaya matahari, namun bagi pohon yang ditumpangi (ditemplei) tidak berpengaruh, karena tidak ada dirugikan (Gambar 3.2).



Gambar 3.2. Simbiosis Komensalisme
(Sumber: I Wayan Suanda)

3. Kompetisi

Dalam persaingan ini terjadi perebutan sumber daya berupa: hara, ruang, air, udara, cahaya dan sebagainya untuk kebutuhan hidup bagi dua atau lebih tumbuhan. Beberapa spesies tumbuhan untuk melakukan persaingan memperebutkan ruang atau lahan untuk hidup, tumbuhan ini mengeluarkan senyawa kimia berupa allelopati, contoh: Alang-Alang (*Imperata cylindrica*), Gamal (*Gliricidia sepium*), Akasia (*Acacia auriculiformis*). Senyawa kimia yang

dikeluarkan oleh tumbuhan ini menjadi ketahanan yang dimilikinya dalam persaingan dengan tumbuhan lain. Kemampuan menghambat bahkan menyebabkan tumbuhan yang merugikan atau tidak diinginkan tumbuh sebagai gulma oleh senyawa kimia yang dihasilkan beberapa tumbuhan ini bisa diolah untuk dijadikan herbisida alami (mengendalikan gulma). Persaingan yang terjadi antara tanaman kelapa sawit dengan gulma invasive species (*Mikania micrantha*) berpengaruh terhadap penurunan produksi (Adriadi *et al.*, 2012). Hasil penelitian Indriyanto (2006) melaporkan beberapa tumbuhan mampu memproduksi senyawa kimia dalam persaingan di habitatnya. Persaingan untuk hidup ini bisa terjadi pada tumbuhan masih dalam satu spesies (*intraspecies*) maupun antar spesies (*interspecies*). Kompetisi dalam satu spesies lebih keras terjadi karena sumber daya yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan hidup sama, contoh: kehidupan tumbuhan bambu (Gambar 3.3). Kondisi yang berbeda bila persaingan antar spesies yang terdiri dari banyak jenis tumbuhan, sehingga sumber daya yang dibutuhkan tumbuhan spesies yang satu dengan spesies lainnya akan berbeda (Gambar 3.4).



Gambar 3.3. Kompetisi *intraspecies* pada Tumbuhan Bambu
(Sumber: I Wayan Suanda)



Gambar 3.4. Kompetisi Antar Spesies (*interspecies*) Tumbuhan
(Sumber: I Wayan Suanda)

4. Parasitisme

Bentuk kerjasama dalam hal ini tumbuhan antar dua individu atau lebih, dimana satu individu mendapatkan keuntungan dan pihak lain dirugikan yang sering disebut simbiosis parasitisme. Parasitisme ini bisa terjadi antara biotik dengan tumbuhan, yaitu: tumbuhan dengan tumbuhan lain dan antar tumbuhan dengan parasit berupa: hewan dan mikroorganisme (jamur, bakteri dan virus). Parasitisme antar tumbuhan terjadi antara tanaman inang dengan tali putri (*Cassytha filiformis* L.), tanaman parasit ini tumbuh dengan cepat pada inang sehingga mengganggu proses fotosintesis tumbuhan inang sehingga inang mengalami kematian (Gambar 5A). Parasitisme Benalu tumbuh pada pohon mangga, rambutan, kamboja, delima secara perlahan-lahan mengerogoti nutrisi tumbuhan inang. Tumbuhan parasit ini selain mendapatkan tempat hidup (menumpang) juga menyerap sari-sari makanan hasil fotosintesis oleh tumbuhan inang sebagai sumber makanan yang diserap melalui perakaran. Perakaran Benalu yang terus merambah luas ke seluruh batang tumbuhan inang untuk menguasai transportasi nutrisi yang ditandai pembengkakan bagian pangkal akar dari parasit Benalu (Gambar 5B). Interaksi parasitisme berlangsung terus hingga menyebabkan kematian pada

tumbuhan inang. Bagian tumbuhan baik pada akar, buah dan daun telah diserang oleh organisme pengganggu tanaman (OPT), misal: daun jeruk dimakan larva; Buah Stroberi dimakan Keong tanpa cangkang; Daun Stroberi dimakan larva *Spodoptera litura* (ulat grayak) dan jamur Memparasit Buah Stroberi (Gambar 3.6)



Gambar 3.5. Tali Putri (*Cassytha filiformis* L.) dan Benalu pada Tumbuhan Inang
A. Tali Putri pada Tumbuhan Inang. B. Benalu pada Pohon Mangga



Gambar 3.6. OPT Memparasit Daun dan Buah Tanaman
(Sumber: I Wayan Suanda)

3.3 Interaksi Manusia Terhadap Tumbuhan

Keberadaan tumbuhan di alam merupakan suatu berkah yang sangat memberikan kesejahteraan kepada manusia. Hubungan manusia dengan tumbuhan ini dipelajari dalam ethnobotani, sehingga manusia wajib menjaga keberlanjutan keberadaan tumbuhan tersebut. Tumbuhan menjadi sumber

daya bagi manusia dalam mendukung kehidupannya, karena tumbuhan yang memiliki kloroplas sebagai ciri khas yang tidak dimiliki organisme lain. Kloroplas ini menghasilkan klorofil yang memiliki fungsi dalam proses fotosintesis untuk menyerap karbondioksida (CO_2) kemudian menghasilkan glukosa dan oksigen (O_2). Senyawa yang dihasilkan dalam fotosintesis ini menjadi material yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup terutama manusia. Interaksi manusia dengan tumbuhan lama telah terjalin karena beberapa tumbuhan memiliki potensi sebagai bahan obat. Potensi tumbuhan ini telah dimanfaatkan manusia untuk diolah menjadi obat, dimana pengobatan tradisional telah didominasi bersumber dari tumbuhan. Demikian pula keberadaan tumbuhan sebagai bahan pestisida nabati yang telah banyak dikembangkan sebagai pengendalian OPT yang ramah lingkungan. Potensi tumbuhan seperti ini disebabkan karena tumbuhan memiliki senyawa aktif yang memiliki khasiat sebagai fitofarmasida, yaitu sebagai bahan yang berperan dalam kesehatan maupun pestisida (Suanda, 2021). Senyawa aktif sebagai metabolit sekunder telah menjadi target bagi manusia untuk dikembangkan dalam skala industri untuk memenuhi kebutuhan bahan obat dan pestisida. Metabolit sekunder yang banyak terkandung oleh tumbuhan seperti: alkaloid, flavonoid, saponin, triterpenoid, fenolik, steroid, tanin dan senyawa aktif lainnya. Sedangkan metabolit primer merupakan senyawa yang diproduksi oleh tumbuhan secara normal berupa karbohidrat, protein dan lemak.

Dalam ajaran agama Hindu hubungan manusia dengan tumbuhan ini diperingati pada saat hari raya Tumpek Bubuh atau Tumpek Wariga, Tumpek Pengatag, Tumpek Pengarah yang jatuh setiap 210 hari tepatnya pada Saniscara Kliwon Wuku Wariga, sehingga Populer disebut Tumpek Wariga. Perayaan Tumpek Wariga ini tonggak peringatan untuk memuja kekuatan manifestasi Sang Hyang Widhi dalam swabhawanya sebagai Sang Hyang Sangkara yang telah menganugrahi kesuburan dan kemakmuran alam semesta. Sang Hyang Sangkara dipuja sebagai Dewa Tumbuhan yang berstana di Bhuwana Agung maupun

Bhuwana Alit (Astawa, 2021). Pada hari Tumpek Bubuh ini umat Hindu di Bali menghaturkan upakara sebagai penghormatan, penghargaan dan ucapan terimakasih kepada semua tumbuh-tumbuhan (Gambar 3.7). Perayaan sebagai penghormatan ini dilakukan mengingat tumbuhan telah memberikan kesejahteraan kepada manusia, berjasa dalam menjaga kesejukan dan kenyamanan lingkungan. Bahkan di Bali perayaan Tumpek Bubuh dilaksanakan oleh unsur Muspida dari tingkat Provinsi sampai kebawah sebagai pelaksanaan Program “Nangun Sat Kerthi Loka Bali” yang memiliki makna menjaga kesucian dan keharmonisan alam Bali beserta isinya untuk mewujudkan kehidupan krama Bali yang sejahtera, bahagia sekala niskala (Gambar 3.8).



Gambar 3.7. Masyarakat Hindu di Bali Menghaturkan Sesajen kepada Tumbuhan (Sumber: I Wayan Suanda)



Gambar 3.8. Unsur Muspida Kabupaten/Kota se Bali Merayakan Tumpek Bubuh (Sumber: I Wayan Suanda)

Perkembangan peradaban manusia menunjukkan akan meningkatnya kebutuhan terhadap keberadaan tumbuhan sebagai penyedia sumber pangan, papan, obat dan papan serta sebagai bahan upakara. Bahkan Tumbuhan Dadap (*Erythrina lithosperma* Miq) mengandung Flavonoid dan isoflavonoid yang terkandung merupakan senyawa bioaktif yang menarik perhatian para peneliti karena selain memiliki struktur senyawa yang baru juga menunjukkan potensi sebagai senyawa antimikroba. Daun Tumbuhan Dadap banyak dimanfaatkan sebagai obat, memiliki kemampuan magis dan sering digunakan dalam upacara ritual bagi umat Hindu di Bali. Dari sini dapat dipetik makna hubungan manusia dengan tumbuhan, bahwa tumbuh-tumbuhan yang memiliki multi manfaat dalam kehidupan manusia dan menjaga kestabilan lingkungan wajib untuk dijaga dan dipelihara untuk keberlanjutannya.

Keberadaan tumbuhan yang beraneka ragam dalam suatu areal atau kawasan dapat menciptakan suatu iklim mikro yang memberikan kondisi nyaman dan sesuai bagi kehidupan serangga, hewan dan manusia. Peningkatan kebutuhan hidup manusia terhadap tumbuhan sebagai salah satu bagian dari isi

alam maka memunculkan pemikiran dan perilaku untuk menghargai dan mencintai keberadaan tumbuhan itu. Namun meningkatnya kualitas hidup manusia menyebabkan lahan sebagai tempat hidup tumbuhan berubah pemanfaatannya. Berkurangnya areal tempat tumbuhan itu hidup disertai dengan menurunnya kualitas alam itu sendiri menjadi ancaman bagi tumbuhan. Oleh karena itu manusia sebenarnya memiliki kemampuan untuk meningkatkan keberadaan tumbuhan atau tanaman dengan menjaga lingkungan hidup melalui konservasi. Sebaliknya manusia juga memiliki perilaku yang kurang menguntungkan bagi tumbuhan karena telah mengeksploitasi lingkungan sehingga kehidupan dan kelestarian tumbuhan menjadi terganggu bahkan mengalami kepunahan.

3.4 Tumbuhan Memiliki Pertahanan

Tumbuhan di alam memiliki kemampuan untuk melindungi dirinya terhadap gangguan dan serangan OPT dengan membentuk pertahanan fisik. Tumbuhan kantong semar (*Nepenthes*) yang sering dijadikan sebagai tanaman hias, namun memiliki cara yang khas untuk menangkap serangga sebagai makanan. *Nepenthes* ini memiliki kantong yang berfungsi untuk memerangkap serangga, dengan membukanya dan serangga tertarik untuk masuk kedalam lubang kantong tersebut (diduga memiliki senyawa atraktan atau penarik serangga), kemudian kantong tertutup setelah serangga masuk ke dalam (Clarke, 2001; Moran and Clarke, 2010). Pertahanan fisik merupakan sistem eksternal sebagai upaya melindungi dan mempertahankan diri yang dimiliki oleh tumbuhan terutama pada herbivora, seperti:

1. Duri

Tumbuhan memiliki duri yang tumbuh pada bagian daun (kaktus, pandan); batang (tanaman mawar, jeruk), pohon salak, lantana (*Lantana camara* L.). Keberadaan duri pada tumbuhan ini berfungsi agar predator tidak mudah memangsanya

2. Trichoma (rambut-rambut halus)

Trichoma berada di beberapa bagian tanaman memiliki manfaat untuk menghalangi serangga hama merusaknya atau menghisap cairan melalui cucukan stylet, misal: pada daun muda dan polong tanaman kedelai, buah salak dan buah rambutan.

3. Biji ringan

Beberapa tumbuhan memiliki biji dalam jumlah yang banyak dan bersifat ringan untuk memudahkan dalam penyebaran untuk tumbuh dan berkembangbiak. Kemampuan yang dimiliki tumbuhan ini juga mejadi bagian dari menjaga eksistensinya di alam, seperti rumput jarum, sambiloto.

Selain pertahanan tersebut di atas, tumbuhan juga memiliki kemampuan untuk melakukan adaptasi dengan melakukan pertahanan, diantaranya:

1. Pertahanan Struktural

Tumbuhan telah membentuk pertahanan struktural secara preventif untuk melindungi dirinya dari serangan OPT sebagai pertahanan struktural, berupa: a) membentuk lapisan lilin pada daun dan buah; b) meningkatkan ketebalan dan kekuatan dinding sel epidermis; c) membuka dan menutup stomata, bila stomata membuka pada siang hari maka spora patogen sudah efektifitasnya menurun bahkan sudah kering, begitu pula lubang stomata yang kecil dengan sel penutup berukuran besar menurunkan peluang patogen masuk. Pertahanan struktural bersifat kuratif, bila infeksi patogen sudah masuk, maka tumbuhan akan memberikan reaksi: a) membentuk struktur pertahanan patogen lebih lanjut yang lebih kuat; b) struktur pertahanan jaringan dengan melibatkan jaringan bagian dalam tumbuhan; c) reaksi pertahanan sitoplasma, melibatkan sitoplasma sel terserang;

d) reaksi pertahanan hipersensitif, membiarkan kematian sel yang telah terserang agar tidak meluas.

2. Pertahanan Jaringan

- a) Pembentukan Lapisan Gabus, terutama di depan titik infeksi, kondisi ini dapat menghambat serangan patogen, menghambat sekresi zat beracun yang dibawa dari sumber infeksi.
- b) Pada infeksi terjadi lamela tengah antara 2 lapisan sel larut memotong areal pusat infeksi kemudian mengalami pengerutan atau mati mengelupas bersama patogen.
- c) Tumbuhan membuang bagian terinfeksi bersama dengan sel yang belum terinfeksi, melindungi sisa jaringan dari serangan dan pengaruh toksin patogen.

3. Pembentukan Tilosa

- a) Terjadi keadaan stres selama penyerangan patogen, maka tumbuhan membetulkan pembuluh kayu.
- b) Tilosa berupa protoplasma tumbuh melebihi normal dari sel parenkim yang menonjol pada pembuluh kayu melalui lubang.
- c) Ukuran yang besar dan jumlah banyak tilosa yang dihasilkan akan menyumbat pembuluh secara menyeluruh dan menghambat perkembangan patogen.

4. Pengendapan Getah atau Blendok (Gum)

- a) Tumbuhan menghasilkan getah di sekitar luka setelah infeksi oleh patogen atau akibat kerusakan.
- b) Getah yang diproduksi dengan cepat terdeposit ke ruang interseluler dan dalam sel yang mengelilingi lokasi infeksi
- c) Terbentuk penghalang yang tidak dapat dipenetrasi, menyebabkan patogen menjadi terisolasi, kelaparan dan mati.

5. Struktur Pertahanan Seluler, melibatkan perubahan morfologi di dalam dinding sel dari sel yang diserang patogen

- a) Lapisan terluar dinding sel yang kontak dengan bakteri mengalami pembengkakan untuk mencegah bakteri memperbanyak diri.

- b) Dinding sel menebal sebagai respon terhadap patogen meningkatkan ketahanan terhadap penetrasi.
 - c) Kalosa papila terdeposit pada sisi bagian dalam dinding sel sebagai respon terhadap jamur, selanjutnya memperbaiki kerusakan seluler dan mencegah patogen mempenetrasi sel berikutnya.
6. Reaksi Pertahanan Sitoplasmik
- Jamur patogen membentuk gumpalan hifa yang dikelilingi sitoplasma sehingga menjadi granular dan keras, kemudian miselium patogen terurai dan serangan berhenti.
7. Reaksi Pertahanan Nekrotik: Pertahanan Melalui Hipersensitivitas, terutama pada penyakit yang disebabkan parasit obligat, virus dan nematoda
- a) Jaringan yang mengalami nekrotik mengisolasi parasit obligat dari substansi hidup di sekitarnya (patogen bergantung pada bahan makanan tersebut) hingga patogen mengalami kematian.
 - b) Sel inang yang terinfeksi lebih cepat mati setelah penyerangan agar sel sehat yang lainnya tidak terkontaminasi.
8. Pertahanan Metabolik atau Biokimia
- Ketahanan tumbuhan melalui zat yang dihasilkannya oleh sel sebelum atau sesudah infeksi sehingga membantu sifat pertahanan tumbuhan, seperti: Allelopati yang dihasilkan metabolit sekunder (*Edreva et al.*, 2008). Senyawa fenol yang dihasilkan tumbuhan berperan sebagai allelopati (Narwal and Sampietro, 2009). Tumbuhan Gadung (*Dioscorea hispida* Denust.) pada bagian umbi banyak mengandung senyawa HCN yang memiliki aktivitas melumpuhkan hama. Begitu pula tumbuhan tembakau mengandung metabolit sekunder berupa nikotin, sebagai pestisida nabati (Hasanah *et al.*, 2012). Metabolit sekunder azadirachtin memiliki aktivitas sebagai antifidan (menurunkan nafsu makan) hama kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.), banyak ditemukan pada daun nimba (*Azadirachta indica* A. Juss) (Suanda dan Resiani, 2020). Selain memiliki kemampuan untuk menolak serangan

hama, ada tumbuhan memiliki senyawa yang berfungsi untuk menarik (*atractant*) beberapa jenis serangga hama, sehingga sering digunakan untuk memerangkap hama, seperti: ekstrak daun tanaman kemangi (*Ocimum santum*). Tumbuhan jenis Jelatang atau Jelatang (*Urtica dioica*) mengandung suatu senyawa dalam cairan yang menyebabkan gatal sebagai pertahanan diri, sehingga serangga dan organisme lain yang menyentuh bagian tanaman ini menjadi gatal. Hasil analisis fitokimia yang telah dilakukan di laboratorium oleh penulis ternyata daun tumbuhan jelatang mengandung metabolit sekunder, diantaranya: alkaloid, saponin, fenolik, tanin dan steroid. Dari beberapa senyawa aktif yang terkandung dalam ekstrak kasar daun jelatang ini, akan menjadi informasi awal yang dapat dikembangkan untuk dimanfaatkan dalam riset atau penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Astawa, I.G. 2021. Salience Hubungan Manusia Dengan Binatang dan Tumbuhan Dalam Budaya Hindu di Bali: Perspektif Ekolinguistik Arran Stibbe. Book Chapter Salience. 27 hal.
- Adriadi, A; Chairul and Solfiyeni. 2012. Analisis vegetasi gulma pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis quineensis* jacq.) di Kilangan, Muaro Bulian, Batang Hari. Jurnal Biologi Universitas Andalas; 1(2): 108-115.
- Clarke, C. 2001. Nepenthes of Sumatra and Peninsular Malaysia. Natural History Publications (Borneo) Kota Kinabalu. 326 hal.
- Darmanti, S. 2016. Penurunan Pertumbuhan Tajuk Kedelai [*Glycine max* (L.) Merr.] Akibat Cekaman Ganda Interferensi Teki (*Cyperus rotundus* L.) Dan Kekeringan. Buletin Anfis; Vol. XXIV No. 1.
- Edreva, A., V.Velikova, T. Tsonev, S. Dagnon, A. Gurel, I. Aktas and E. Gesheva. 2008. Stress-Protective Role of Secondary Metabolites : Diversity of Fuction and Mechanisms. General and Applied Plant Physiology; 34: 67-78.
- Gill, S.S and Tuteja, N. 2011. Reactive Oxygen Species and Antioxidant Machinery in Abiotic Stress. Plant Physiology and Biochemistry; 48 : 909-930.
- Moran, J.A., and Clarke, C.M. 2010. The carnivorous syndrome in Nepenthes pitcher plants current state of knowledge and potential future directions. Plant Signaling & Behavior, 5(6), 644-648
- Narwal, S.S and Sampietro, D.A. 2009. Allelopathy and Allelochemicals. Pp. 3-5. In D.A.Sampietro, C.A.N. Catalan, M.A. Vattuone and S.S. Narwal. (eds.). Isolation, Identification and Characterization of Allelochemicals/Natural Products Science Publishers, Plymouth
- Pedrol, M.N; Gomzales, I and Reigosa, M.J. 2006. Allelopathy and Abiotic Stress. In M.J. Reigosa, N.Pedrol and L. Gonzales. (eds.). Allelopathy : A Physiological Preocess with Ecological Implicartion. Springer. Netherlands.

- Suanda, I.W. 2021. Manisnya Brotowali sebagai Fitofarmasida. Universitas PGRI Mahadewa Indonesia. Penerbit: Klik Media. 193 hal.
https://drive.google.com/drive/folders/14LFZTSDwsgqORvHx0phf_Z6NFo6TUBz-
- Suanda, I.W dan Resiani, N.M.D. 2020. The Activity of Nimba Leaves (*Azadirachta indica* A. Juss.) Extract Insecticide as Vegetative Pesticide on Rice Weevil (*Sitophilus oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae). Universitas PGRI Mahadewa Indonesia. Journal Sustainable Environment Agricultural Science; 04(01): 10-17.
DOI: <https://doi.org/10.22225/seas.4.1.1520.10-17>
<https://www.ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/seas/article/view/1520>

BAB 4

STRATEGI DAN ADAPTASI TUMBUHAN TERHADAP FAKTOR- FAKTOR LINGKUNGAN

4.1 Pendahuluan

Teknologi pertanian berkelanjutan harus mampu meningkatkan daya adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan, rendahnya ketersediaan hara dan banjir. Salah satu upayanya adalah menghasilkan teknik budidaya sedemikian rupa sehingga tanaman dapat beradaptasi dengan cekaman lingkungan.

Faktor lingkungan memegang peranan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Jadi jika tanaman ditanam pada lingkungan tumbuh yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman, maka tanaman akan beradaptasi dengan lingkungan tumbuh yang ada. Oleh karena itu, setiap tumbuhan memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan lingkungan tumbuhnya. Adaptasi yang dilakukan tumbuhan terjadi untuk mempertahankan kelangsungan hidup tumbuhan pada kondisi lingkungan yang sangat dinamis. Salah satu jenis adaptasi yang dikembangkan tumbuhan adalah adaptasi anatomis pada akar, batang dan daun (Asni Akmalia, 2021).

Sebagai contoh tanaman jelai yang ditanam di daerah marginal, karena jelai merupakan tanaman yang sangat mudah beradaptasi. Begitu pula dengan tanaman babadotan yang

merupakan tanaman liar yang mudah tumbuh di tempat teduh, daerah terbuka, sungai, hutan, pinggir jalan dan padang berumput, namun ternyata daunnya memiliki perbedaan anatomi.

Tumbuhan topis memiliki struktur anatomi yang dapat digunakan untuk mempelajari berbagai fase pertumbuhan yang berkaitan erat dengan fotosintesis, produktivitas, penyerapan karbon, dan adaptasi tumbuhan terhadap cekaman lingkungan akibat perubahan iklim.

4.2 Faktor-Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan yang tumbuh dari tumbuhan adalah faktor biotik dan faktor abiotik. Faktor biotik mencakup semua makhluk hidup di bumi, yaitu manusia, hewan, tumbuhan, dan mikroba. Berbagai hama, penyakit, gulma dan mikroorganisme tanah merupakan faktor biotik yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman, karena dapat mengganggu struktur anatomi dan metabolisme tanaman, sehingga faktor biotik dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Adanya gangguan hama dan penyakit dapat merusak daun, batang dan akar tanaman sehingga menyebabkan terganggunya proses metabolisme pada tubuh tanaman. Sedangkan keberadaan gulma yang tumbuh pada areal pertanaman dapat menimbulkan persaingan dengan tanaman utama sehingga organ tanaman utama tidak tumbuh secara normal. Faktor abiotik adalah faktor eksternal seperti intensitas cahaya, suhu, kelembaban, keasaman tanah, komposisi gas tanah, dan ketersediaan unsur hara tanah yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Sinar matahari merupakan salah satu faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Sinar matahari memiliki pengaruh penting terhadap proses fisiologis tanaman seperti

fotosintesis, respirasi, pembungaan, pembukaan dan penutupan stomata serta perkecambahan dan pertumbuhan tanaman secara umum. Intensitas cahaya yang terlalu rendah menyebabkan hasil fotosintesis yang kurang optimal, sedangkan intensitas cahaya yang terlalu tinggi merusak pertumbuhan tanaman, aktivitas sel stomata di daun mengurangi transpirasi sehingga memperlambat pertumbuhan tanaman. Perbedaan naungan mempengaruhi intensitas cahaya, suhu udara, kelembaban dan suhu tanah di lingkungan tanaman, sehingga cahaya yang diterima tanaman bervariasi dan mempengaruhi ketersediaan energi cahaya yang dapat diubah menjadi energi panas dan energi kimia. Struktur akar dan daun tanaman dipengaruhi oleh sinar matahari, suhu, air dan kelembaban, serta tanah. Agar tanaman dapat tumbuh optimal pada habitat yang sesuai, misalnya tanaman yang tahan terhadap intensitas cahaya rendah, sedang, dan tinggi. Tumbuhan di daerah terbuka toleran terhadap intensitas cahaya tinggi, dan sebaliknya, tanaman yang tumbuh di daerah teduh adalah kelompok tanaman yang toleran terhadap intensitas cahaya rendah. Secara umum, toleransi cahaya tanaman berkorelasi positif dengan suhu.

Berdasarkan ketersediaan air, maka tumbuhan dapat dibedakan menjadi lima kelompok, yaitu xerofit, mesofit, higrofit, hidrofit, dan halofita. Tanaman xerofit merupakan tanaman yang hidup di daerah gersang atau kering, seperti kaktus dan lidah buaya. Tanaman membutuhkan lebih sedikit air karena sistem fotosintesis yang terjadi dengan mekanisme membuka stomata di malam hari, sehingga dapat mencegah penguapan yang berlebihan. Tumbuhan mesofit adalah kelompok tumbuhan terestrial yang tumbuh di lingkungan dengan retensi air sedang, atau tumbuhan yang hidup di tempat yang airnya normal, tidak terlalu kering atau terlalu basah, seperti mangga, pisang, pepaya, dan rerumputan. Kelompok

tumbuhan higrofit adalah tumbuhan yang hidup di tempat lembab dan basah, seperti lumut dan paku-pakuan. Kelompok tumbuhan Hidrofit adalah tanaman air atau tanaman yang hidup di air seperti teratai dan eceng gondok. Sedangkan tumbuhan yang termasuk dalam kelompok halofita merupakan kelompok tumbuhan yang toleran terhadap kondisi salin, sehingga sangat toleran terhadap lingkungan yang sangat asin seperti tanah salin, daerah pesisir dan rawa-rawa asin seperti mangrove dan rumput gajah. Ketersediaan air bagi tanaman berkorelasi positif dengan kelembaban tanah.

Pengembangan teknologi produksi tanaman dapat diwujudkan melalui pemanfaatan sumber daya alam, mikroorganisme tanah, perbaikan lingkungan abiotik dan interaksi faktor lingkungan abiotik dan biotik. Toleransi stres yang berbeda dan keragaman sumber daya tanaman juga dapat digunakan dalam pengembangan teknologi produksi. (Yahya, 2019). Usaha budidaya tanaman dengan memperhatikan kesesuaian habitat untuk pertumbuhan tanaman baik pada kondisi lingkungan biotik maupun abiotik yang ideal untuk tanaman.

4.3 Strategi dan Adaptasi Tumbuhan

Tumbuhan memiliki kemampuan beradaptasi dengan lingkungan tumbuhan yang berbeda, misalnya intensitas cahaya dan kondisi suhu sekitar. Lingkungan cahaya alami adalah keadaan tanaman yang tumbuh dalam kondisi teduh, dimana toleransi tanaman terhadap naungan terjadi apabila tanaman memiliki mekanisme untuk menangkap dan menggunakan cahaya secara efisien. Tumbuhan beradaptasi pada lingkungan dengan intensitas cahaya tinggi yang ditunjukkan oleh beberapa indikator morfologi daun, yang terlihat dari ukuran daun yang lebih kecil tetapi tebal dan warna daun lebih gelap atau hijau tua. Sebaliknya, tanaman yang tumbuh di bawah intensitas

cahaya rendah akan memiliki daun yang warnanya lebih terang atau lebih muda dan daun lebih tipis. Seperti halnya budidaya tanaman porang di bawah naungan tentunya akan mempengaruhi jumlah cahaya yang diterima, yang akan mempengaruhi laju fotosintesis, produksi biomassa dan produktivitas umbi. Pohon peneduh yang umum digunakan adalah jati, akasia, dan kayu putih dengan naungan rendah (0-22%), sedang (23-44%), dan tinggi (>45%). Strategi dan adaptasi tanaman terhadap kondisi lingkungan yang berbeda tercermin adanya perbedaan anatomi karena terjadinya adaptasi terhadap perubahan lingkungan dan iklim mikro. Penggunaan tanaman naungan berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman porang. Spesies akasia meningkatkan kualitas serasah dan tanah dibandingkan tanaman naungan seperti kayu putih dan jati (Rahmadaniarti, 2019). Banyaknya serasah yang dihasilkan disebabkan oleh ukuran daun yang lebih lebar dan rimbun. Cara termudah untuk membuktikan keberadaan tumbuhan yang beradaptasi dengan lingkungan tumbuhnya adalah melalui perubahan morfologi dan anatomi tumbuhan, bahkan dalam spesies yang sama. Kehadiran naungan mengurangi intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman bagian bawah, dan juga meningkatkan kelembaban tanah dan perkembangan mikroorganisme lainnya. Pada tanaman hias lily paris yang tumbuh di lingkungan yang kurang cahaya, pada batang tanaman tampak memiliki epidermis dan ikatan pembuluh yang tersebar di sepanjang batang. Bunga lily paris memiliki banyak stomata, tetapi pada epidermis atas tidak terdapat stomata karena cahaya yang dapat diserap bunga lily paris sangat sedikit. Sebaliknya, akar memiliki jaringan epidermis yang berfungsi sebagai saluran masuknya air dan garam mineral, dan juga terdapat korteks. (Pratiwi, 2019).

Strategi adaptasi terhadap faktor lingkungan juga menunjukkan adanya perubahan anatomi daun Babadotan (*Ageratum conyzoides* L) yang ditanam pada ketinggian yang berbeda (400 m dpl dan 600 m dpl), dengan perbedaan panjang dan lebar sel anatomi daun, epidermis, parenkim palisade, parenkim bunga karang, floem dan xilem (Nugraha, 2020).

Anatomi daun tanaman di daerah tropis meliputi *Barringtonia asiatica*, *Dracontomelon dao*, *Heritiera littoralis*, *Diospyros discolor*, *Calophyllum inophyllum*, *Antidesma bunius*, *Schleichera oleosa*, *Syzygium cumini*, *Madhuca longifolia*, dan *Adenanthera pavonina*; menunjukkan adaptasi yang berbeda terhadap iklim tropis kering, intensitas cahaya dan aktivitas fotosintesis. Beberapa struktur anatomi daun, antara lain bentuk dan ukuran daun, jaringan palisade, indeks stomata, kerapatan stomata, ketebalan miselium mesofil, merupakan penanda penting yang dapat digunakan sebagai indikator perubahan lingkungan (Rindyastuti & Hapsari, 2017).

Tanaman pangan juga memiliki strategi untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan, antara lain kondisi intensitas cahaya tinggi, kekeringan atau kekurangan air, dan salinitas tanah. Kultivar sorgum manis memiliki ketahanan paling tinggi terhadap cekaman garam (Samanhudi et al., 2021). Toleransi tumbuhan terhadap faktor lingkungan tercermin dari morfologi dan anatomi organ tumbuhan, yaitu akar, batang dan daun. Dalam strategi budidaya tanaman, didapatkan lebih banyak akar, batang tanaman lebih kuat atau lebih keras, dan daun dapat menghindari kondisi panas tinggi dengan menggulung daun untuk sementara waktu pada saat udara kering dan panas.

Hal yang sama juga terjadi pada tanaman sayuran seperti terung (*Solanum melongena* L.), yang tergolong tanaman toleran kekeringan pada fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sifat stomata dan trikoma merupakan kriteria yang

dapat digunakan untuk mengidentifikasi tanaman toleran kekeringan. Pengaruh cekaman kekeringan pada morfologi permukaan daun terung mengakibatkan peningkatan kerapatan trikoma dengan ukuran trikoma yang lebih kecil, yang mungkin merupakan perlindungan terhadap kerusakan jaringan dan mekanisme adaptif tanaman untuk mencapai jumlah asimilasi karbon dioksida yang dibutuhkan. Kepekaan tanaman terhadap kondisi kekeringan diwujudkan melalui mekanisme adaptif yang mengurangi ukuran stomata dan bukaan pori yang lebar sehingga laju fotosintesis tetap terjaga pada kondisi kekeringan, dan melalui mekanisme tanaman yang mempertahankan efisiensi penggunaan air dengan mengurangi ukuran stomata dan bukaan pori. Strategi lain juga terlihat adanya bulu-bulu pada daun tanaman yang dapat menghambat laju penguapan (Ilahi, 2018)

Tanaman umbi-umbian yang banyak tumbuh di Indonesia yaitu tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) memiliki kandungan glukomanan paling tinggi (55%) dibandingkan genus *Amorphophallus* lainnya. Kandungan glukomanan dan morfologi tanaman dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tempat tumbuhnya, antara lain faktor iklim yang terdiri dari ketinggian tempat, suhu udara, intensitas cahaya, dan faktor edafik yang terdiri dari pH tanah, kelembaban tanah, C organik, nitrogen total, tanah, tekstur, dan ketersediaan air. Tanaman porang yang tumbuh pada ketinggian yang berbeda yaitu 36 m dpl, 182 m dpl dan 613 m dpl menunjukkan adanya hubungan antara morfologi dan kandungan glukomanan pada kondisi lingkungan tumbuh yang berbeda (Qur'ani et al., 2021). Oleh karena itu, tanaman porang yang ditanam pada lingkungan yang berbeda memberikan respon yang berbeda pula secara morfologi, anatomi, fisiologi, dan biokimia. Faktor lingkungan, termasuk iklim dan edafik, berkaitan erat dengan respon anatomi, yaitu kerapatan stomata, ketebalan epidermal dan

palisade, serta kadar asam oksalat (Apriliani & Yuliani, 2021). Tanaman porang toleran terhadap tingkat cahaya rendah dan kelembaban tinggi, sehingga tumbuh dengan baik bila ditanam di lingkungan tumbuh yang teduh.

4.4 Penutup

Tanaman memiliki persyaratan agronomis yang berbeda untuk tumbuh, berkembang dan berproduksi secara optimal tergantung dari lokasi tanaman tersebut. Namun, tumbuhan juga memiliki kemampuan beradaptasi dengan kondisi lingkungan tumbuh yang tidak sesuai dengan habitat tumbuhan tersebut. Lingkungan pertumbuhan tumbuhan dibagi menjadi dua faktor, yaitu faktor biotik (manusia, tumbuhan, hewan dan mikroba) dan faktor abiotik (cahaya, suhu, air, kelembaban). Faktor lingkungan tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga faktor lingkungan harus dikendalikan. Strategi adaptasi tumbuhan terhadap kondisi lingkungan yang merugikan melibatkan perubahan anatomi dan morfologi organ tumbuhan, termasuk perubahan struktur, ukuran, bentuk dan warna akar, batang dan daun tumbuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani, N. Z., & Yuliani, Y. (2021). Respons Anatomi dan Kadar Asam Oksalat Tumbuhan *Amorphophallus muelleri* Blume Pada Lingkungan yang Berbeda. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*.
<https://doi.org/10.26740/lenterabio.v9n2.p137-145>
- Asni Akmalia, H. (2021). Adaptasi Anatomis Tumbuhan Terhadap Perbedaan Stress Lingkungan. *STIGMA: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*.
<https://doi.org/10.36456/stigma.14.01.3491.10-17>
- Ilahi, R. N. (2018). Morfologi Permukaan Daun Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.) Sebagai Respons Terhadap Cekaman Kekeringan. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 41-48
- Nahdi, M. S., Marsono, D., & Sugandawaty, T. (2014). Struktur Komunitas Tumbuhan dan Faktor Lingkungan di Lahan Kritis, Imogiri Yogyakarta. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*.
- Nugraha, F. S. (2020). Analisis Anatomi Daun Tumbuhan Babandotan (*Ageratum conyzoides* L.) Berdasarkan Perbedaan Ketinggian Tempat. *Skripsi(S1) Thesis, FKIP UNPAS*.
- Pratiwi, R. H. (2019). Studi adaptasi tumbuhan secara anatomi terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim. *Symposium of Biology Education (Symbion)*.
<https://doi.org/10.26555/symbion.3521>
- Qur'ani, N., Yuliani, Y., & Dewi, S. K. (2021). Respons Morfologi dan Kadar Glukomannan Tumbuhan Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Lingkungan yang Berbeda. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*.
<https://doi.org/10.26740/lenterabio.v9n1.p74-81>
- Rahmadaniarti, A. (2019). Toleransi Tanaman Porang (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.) Terhadap Jenis Dan Intensitas Penutupan Tanaman Penaung. *Jurnal Kehutanan Papuasiasia*.
<https://doi.org/10.46703/jurnalpapasiasia.vol1.iss2.31>

- Rindyastuti, R., & Hapsari, L. (2017). Adaptasi Ekofisiologi Terhadap Iklim Tropis Kering: Studi Anatomi Daun Sepuluh Jenis Tumbuhan Berkayu. *Jurnal Biologi Indonesia*. <https://doi.org/10.47349/jbi/13012017/1>
- Samanhudi, Rahayu, M., Sakya, A. T., & Susanti, Y. D. (2021). SELEKSI KETAHANAN BEBERAPA VARIETAS SORGUM MANIS (*Sorghum bicolor* L.) PADA BERBAGAI KONSENTRASI SALINITAS. *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*. <https://doi.org/10.35760/jpp.2021.v5i1.3740>
- Sari, E., Jumiati, J., & Sari, M. (2016). KEMAMPUAN ADAPTASI TUMBUHAN AIR LOKAL TERHADAP AIR LINDI (LEACHATE). *Bio-Lectura*. <https://doi.org/10.31849/bl.v3i1.336>
- Tihurua, E. F., Agustiani, E. L., & Rahmawati, K. (2020). Karakter Anatomi Daun sebagai Bentuk Adaptasi Tumbuhan Penyusun Zonasi Mangrove di Banggai Kepulauan, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*. <https://doi.org/10.14710/jkt.v23i2.7048>
- Yahya, S. (2019). Pengembangan Teknologi Produksi Tanaman Berkelanjutan. *Buletin Pembangunan Berkelanjutan*. <https://doi.org/10.25299/bpb.2018.3850>

BAB 5

POPULASI DAN SEBARAN TUMBUHAN

5.1 Pendahuluan

Ekologi merupakan hubungan timbal balik antara makhluk hidup atau saling berinteraksi dan saling membutuhkan. Ekologi tumbuhan sebagai salah satu cabang ilmu ekologi yang mempelajari secara spesifik interaksi tumbuhan dengan lingkungan hidupnya, yang berhubungan dengan berbagai proses dan fenomena alam. Interaksi-interaksi yang terjadi dapat berupa interaksi antar individu dari spesies yang sama dan dapat juga berinteraksi antar individu dari spesies yang berbeda-beda. Untuk itu peran ekologi sangat penting untuk menjaga keseimbangan didalam lingkungan.

Penyebaran tumbuhan merupakan gerak/perpindahan individu suatu tumbuhan kedalam atau keluar dari populasi pada habitusnya. Penyebaran berperan penting dalam perpindahan secara geografi dari tumbuhan ke suatu tempat belum ditempatinya. Penyebaran ini disebabkan oleh dorongan untuk mencari makanan, terbawa air/angin, pengaruh suhu, udara, kelembaban tanah, dan faktor fisik lainnya. Penyebaran tumbuhan tergantung pada faktor lingkungan maupun keistimewaan biologis organisme tersendiri (Abubakar Sidik Katili, 2013).

Penyebaran tumbuhan di alam lebih sering menyebar secara mengelompok. Hal ini terjadi karena kondisi lingkungan jarang bersifat seragam meskipun mencakup wilayah yang sempit. Kompetisi merupakan interaksi yang paling umum terjadi antar tumbuhan. Setiap individu tumbuhan berkompetisi untuk memperebutkan air, sinar matahari, ruang, dan nutrisi, oleh sebab itu, pola sebaran spesies tumbuhan asing invasif akan dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya tersebut. (Odum, 1993).

Penyebaran suatu tumbuhan maupun makhluk hidup tertentu, umumnya menyebar dalam bentuk populasi. Kepadatan populasi suatu daerah sangat dipengaruhi oleh pola penyebaran populasinya.

5.2 Populasi

Populasi adalah sekelompok individu dari spesies yang sama yang hidup dalam satu daerah yang memiliki ciri khusus perkelompok bukan ciri perindividu (Djohar Maknun, 2017) & (Odum, 1993). Sebagai contoh : dalam satu lahan perkebunan kakao dengan luas 300m² terdapat 50 pohon kakao, 10 pohon pisang, 12 pohon sengong, 5 pohon kelapa, berdasarkan data yang ada di lahan tersebut terdapat beberapa populasi yaitu : populasi pohon kakao, populasi pohon pisang, populasi pohon sengong dan populasi pohon kelapa.

Mengidentifikasi suatu species

1. Secara taksonomi, yaitu species ditentukan berdasarkan hubungan kekeluargaan atau sefamili dengan mengenal sifat dan juga melihat dari keturunannya (Yayuk R. Suhardjono, 2006).
2. Berdasarkan peran, yaitu penentuan species berdasarkan peran yang sama di dalam lingkungan.

Ciri-ciri tersebut antara lain (Metananda, Zuhud and Hikmat, 2015):

1. Kerapatan, merupakan nilai dari jumlah individu yang berada dilingkungan dengan luasan tertentu (Wahrudin *et al.*, 2019)
2. Natalis (angka kelahiran), penambahan populasi vegetasi dalam habitat
3. Mortalitas (angka kematian), jumlah populasi vegetasi berkurang dalam habitat
4. Penyebaran umur, akan mempengaruhi mortalitas dan natalitas. golongan umur akan menentukan keadaan reproduktif.
5. Potensi biotik, tingkat pertumbuhan maksimum suatu populasi di mana tidak ada batasan
6. Dispersi, dimana makhluk hidup dapat bertahan hidup dan meneruskan keturunannya.
7. Tumbuh dan perkembangan.

5.3 Sebaran Tumbuhan

Sebaran tumbuhan di muka bumi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya:

1. Kemampuan tumbuhan menghasilkan individu baru, secara generatif (seksual) melalui dua gamet (jantan dan betina) dan vegetatif (aseksual) secara alami melalui spora, geragi, akar, umbi, akar, tunas, dll
2. Daya tumbuh makhluk hidup dalam penyebaran atau penaburan benih,
3. Cara tumbuhan berpindah, gerakan tumbuhan berpindah melalui ransangan (air, tingkat kelembaban, sinar matahari dll)

4. Factor abiotik (suhu, cahaya matahari, pH, kelembaban, tanah, air, ketinggian tempat, angin, iklim, cuaca dan biotik (mahluk hidup) yang mempengaruhi perkembangan,
5. Kemampuan adaptasi tumbuhan dilingkungan hidupnya, hal ini dilakukan agar tumbuhan dapat bertahan hidup, sebagai salah satu contoh tumbuhan xerofit. (Kaktus untuk mengurangi penguapan mengubah daunnya menjadi duri).
6. Kemampuan tumbuhan berkembang atau sebaliknya menghambat perkembangan tumbuhan dilingkungan hidupnya.

Penyebaran populasi ialah pindahnya vegetasi ke daerah lain (biji, spora, larva). Ada tiga pola penyebaran populasi :

- Emigrasi : proses masuknya individu dari luar atau pergerakan individu ke tempat lain dan tinggal secara menetap sehingga menambah jumlah anggota dalam suatu tempat
- Imigrasi : gerakan masuknya individu dari luar
- Migrasi:peredaran/pesebaran individu yang satu terhadap yang lain dalam lingkungan hidupnya. Dalam proses migrasi dipengaruhi oleh factor kemampuannya untuk beradaptasi dan mempertahankan hidupnya, melakukan pesebaran dengan bantuan angin, air dll.

Pengaruh penyebaran populasi akan berdampak pada :

- Faktor Kecil, dimana keluar atau masuknya populasi individu yang sedikit atau populasinya kecil.
- Faktor Besar, dimana keluar atau masuknya populasi individu yang banyak atau populasi yang besar pada jangka yang singkat atau pendek.

Penyebaran populasi dapat ditentukan dengan :

- Faktor Barrier atau penghalang seperti : sungai, gunung, dll.

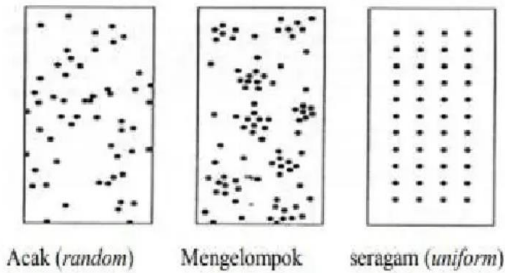
- Faktor Vigalitas : atau kemampuan gerak organisme, dimana organisme vigalitas yang tinggi akan mudah meningkatkan penyebaran, seperti Serangga.

5.3.1 Pola Penyebaran Tumbuhan

Organisme di lingkungan hidupnya, hidup saling membutuhkan satu dengan lainnya, jika terjadi gangguan pada suatu organisme akan berpengaruh terhadap komunitas. Pola penyebaran berhubungan erat dan kondisi lingkungan.

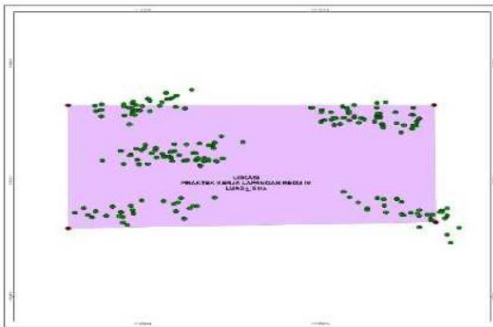
Menurut (Ludwig, A. J., 1988), (Odum, 1993), (Indriyanto, 2009) pola sebaran terbagi atas 3 :

1. Pola Acak (*Random*) penjarakan yang tidak bisa diprediksi), Individu yang hidup menyebar, tidak ada daya 61biot dan bila factor mempengaruhi spesies yang relative kecil, atau bisa juga dikatakan bahwa keberadaan individu di lingkungan hidupnya tidak tergantung dengan yang lain dan factor kimia dan factor fisik sama.(Scholwater, 2011)
2. Pola Teratur (*uniform*), keberadaan idividu didalam lingkungan hidupnya berjarak sama, adanya interaksi antara individu, bisa dikatakan juga individu berada dalam wilayah tertentu dalam satu komunitas. (Baiq Farhatul, Wahidah, Murhadi, Rusmadi, 2015)
3. Pola Mengelompok (*cluster*), pola ini dipengaruhi oleh factor lingkungan biotik dan 61biotic.(Baloari and Linda, 2013). Pola mengelompok ini pada umumnya terjadi pada hewan dimana selalu hidup bergerombol dalam kelompok.



Gambar 5.1. Pola Sebaran (Krebs, 1989)

Jika dilihat dari tiga pola penyebaran, tumbuhan lebih cenderung menyebar secara mengelompok daripada pola teratur dan acak, sebagai salah satu contoh Pola sebaran tumbuhan paliasa (*Kleinhovia hospital* L.) di Sulawesi Selatan dengan berbagai model dalam lahan pola pada umumnya pola sebarannya mengelompok hal ini disebabkan tumbuhan tersebut bereproduksi dengan menghasilkan biji yang jatuh dekat dengan induknya (Wahyuni, Prasetyo and Zuhud, 2017).



Gambar 5.2. Pola Menyebar secara kelompok di tingkat pohon (Saeni and Nanlohy, 2021)

Dari tiga pola dasar pesebaran maka dapat disusun 5 tipe pesebaran:

1. Seragam
2. Acak
3. Acak berkelompok
4. Seragam berkelompok

5. Berkelompok berkumpul

5.3.2 Sebaran Tumbuhan di Indonesia

Flora di Indonesia beraneka ragam, hal ini disebabkan oleh berbagai factor penyebaran. Beberapa factor penyebaran dipengaruhi oleh factor lingkungan abiotic dan biotik.

Flora daerah Indonesia bagian barat terdiri atas (Melfa Aisyah Hutasuhut, 2020):

1. Hutan hujan tropik yang memiliki flora dan fauna beraneka ragam dengan ciri – ciri berdaun lebar, pohon tinggi besar, kerapatan tinggi, cendawan (Pohon ulin, liana, paku dll). Daerah Papua, Sumatra, Jawa dan Kalimantan.
2. Hutan musim dengan ciri –ciri kerapatan jarang dan tumbuhan, vegetasi sedikit dan daun gugur pada musim kemarau dan sebaliknya pada musim hujan daun banyak dan hijau (Kayu putih, sengon, cemara dll). Daerah Nusa tenggara, papua, Maluku, Jawa.
3. Hutan bakau dengan substract berlumpur dan tumbuh daerah air payau, pesisir pantai, muara
4. Sabana tropik flora dominan rerumputan terdapat di NTT, NTB, Bali.

Persebaran flora di wilayah Indonesia terbagi atas 3 daerah besar:

1. Wilayah bagian barat : Kalimantan, Sumatera, Jawa dengan contoh flora : Bunga bangkai, kantong semar, kayu meranti kuning, cemara dll
2. Wilayah bagian tengah : Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku dengan contoh flora Pohon sagu, lontar, kayu hitam dll.

3. Wilayah bagian timur : Papua dan pulau-palau kecil disekitarnya dengan contoh flora : Pohon nipah, sagu, mangrove.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar Sidik Katili (2013) 'Deskripsi Pola Penyebaran Dan Faktor Bioekologis Tumbuhan Paku (Pteridophyta) Di Kawasan Cagar Alam Gunung Ambang Sub Kawasan Kabuten Bolaang Mongondow Timu', *Jurnal Sainstek*, 7(2), pp. 69–73.
- Baiq Farhatul, Wahidah, Murhadi, Rusmadi, Z. J. (2015) 'Pola Distribusi dan Keanekaragaman Jenis Pohon di Kebun Raya Lemor Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat BAIQ', *Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan*, (2), pp. 115–125.
- Baloari, G. and Linda, R. (2013) 'Keanekaragaman Jenis dan Pola Distribusi Nepenthes spp di Gunung Semahung Kecamatan Sengah Temila Kabupaten Landak', 2(1), pp. 1–6.
- Djohar Maknun (2017) *Ekologi. Populasi, Komunitas, Ekosistem Mewujudkan Kampus Hijau, Asri , Islami Dan Ilmiah*, Nurjati Press.
- Indriyanto (2009) 'Komposisi Jenis Dan Pola Penyebaran Tumbuhan Bawah Pada Komunitas Hutan Yang Dikelola Petani Di Register 19 Provinsi Lampung.', *Jurnal Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada masyarakat. Fakultas Pertanian, Universita Lampung*.
- Krebs, C. J. (1989) 'Ecological Methodologi', in. New York: Happers Colins Pubsher.
- Ludwig, A. J., J. F. R. (1988) 'Statistical Ecology a Primer on Methods and Computing', in. Canada.
- Melfa Aisyah Hutasuhut (2020) *Diktat: Ekologi Tumbuhan - Prodi Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam, Negeri Sumatera Utara Medan*.
- Metananda, A. A., Zuhud, A. M. and Hikmat, A. (2015) 'Populasi, Sebaran dan Asosiasi Kepuh (*Sterculia foetida* L.) di Kabupaten Sumbawa Nusa Tenggara Barat', *Media Konservasi*, 20(3), pp. 277–286.

- Odum, E. P. (1993) *Dasar-dasar ekologi edisi ketiga. In Gadjah Mada Univesity Press, Yogyakarta.*
- Saeni, F. and Nanlohy, L. H. (2021) 'Komposisi dan Pola Penyebaran Vegetasi Pada Tingkat Pohon di Areal Hutan Taman Wisata Alam Sorong', (C).
- Scholwater, T. D. (2011) *Insect Ecology : An Acosystem Approach.* USA: Lousiana State University.
- Wahrudin, U. *et al.* (2019) 'Pemanfaatan Citra Landsat 8 Untuk Identifikasi Sebaran Kerapatan Vegetasi di Pangandaran', *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 3(2), p. 90. doi: 10.29408/geodika.v3i2.1790.
- Wahyuni, A. S., Prasetyo, B. and Zuhud, E. (2017) 'Populasi Dan Pola Distribusi Tumbuhan Paliasa (*Kleinhovia hospita* L.) DI Kecamatan Bontobahari', *Media Konservasi*, 22(1), pp. 11–18.
- Yayuk R. Suhardjono (2006) 'Status Taksonomi Fauna Di Indonesia Dengan Tinjauan Khusus Pada Collembola', *Zoo Indonesia*, 15(2), pp. 67–86.

BAB 6

VEGETASI

6.1 Pendahuluan

Dalam ekologi, vegetasi adalah istilah yang mengacu pada seluruh komunitas tumbuhan. Vegetasi adalah makhluk hidup yang terdiri dari tumbuh-tumbuhan yang menempati suatu ekosistem. Berbagai jenis hutan, kebun, padang rumput, dan tundra adalah contoh vegetasi. Untuk mempelajari kekayaan spesies dan kerapatan pertumbuhan tumbuhan di suatu lokasi, analisis vegetasi biasanya dilakukan oleh ahli ekologi (Subagiyo *et al.*, 2019). Mengetahui keragaman jenis vegetasi terlihat berdasarkan individu masing-masing. Semakin tinggi populasi suatu spesies, semakin tinggi pula keanekaragaman spesiesnya. Vegetasi bukan hanya sekedar kumpulan tumbuhan, tetapi merupakan suatu kesatuan dimana setiap individu penyusunnya saling bergantung satu sama lain, yang disebut dengan komunitas tumbuhan. Ekosistem menekankan pada pemahaman kita tentang tumbuhan yang mempunyai hubungan erat antara komponen biologis dan faktor lingkungannya. (Santoso, 2020).

Semakin jauh garis lintang dan semakin tinggi ketinggian, mengakibatkan suhu semakin dingin. Untuk setiap kenaikan ketinggian dan garis lintang 100 meter, suhu di daerah ini turun dengan faktor 50 derajat Celcius. Perbedaan ini menimbulkan berbagai jenis vegetasi. (Cheng *et al.*, 2016).

6.2 Formasi Vegetasi

Beberapa formasi dapat dikelompokkan berdasarkan luas vegetasinya. Jenis vegetasi ini mewakilisemua jenis vegetasi yang sangat luas serta menutupi seluruh permukaan bumi

a) Bioma Hutan hujan Tropis

Selama sepanjang tahun Bioma hujan tropis terlihat hijau dan memiliki berbagai macam pepohonan yang tinggi yang didalamnya terdiri dari tumbuhan pemanjat pohon atau tanaman merambat (Zid dan Hardi, 2021). Tumbuhan tersebut ditemukan di daerah Amerika Selatan, Afrika, Indonesia dan Asia. Temperatur yang dimiliki hutan hujan tropis sekitar 25°C per tahun dan memiliki curah hujan sekitar 200cm. Tumbuhan liana (tumbuhan merambat) merupakan tumbuhan yang khas yang hidup di bioma ini, seperti rotan dan tumbuhan epifit seperti anggrek. Beberapa hewan yang khas di bioma ini adalah harimau, badak, babi hutan, dan orang utan (Leksono, 2010).

b) Bioma Tundra

Bioma Tundra adalah keadaan ekosistem dengan suhu rendah dan terdapat pada daerah Skandinavia, Rusia, Siberia dan Kanada serta memiliki ciri-ciri vegetasi rumput dan lumut kerak (*Lichenes*). Bioma Tundra terletak di belahan bumi utaradimana kutub tersebut memiliki curah hujan yang sangat rendah. Hewan yang mampu beradaptasi dengan bioma ini ditemukan Rusa kutub, Beruang kutub, Serigala serta terdapat burung yang bermigrasi dari daerah lain sepanjang Tahun. Pada daerah ini tumbuhan hanya dapat bertumbuh selama 60 hari. Contoh tanaman dominan adalah lumut sphagnum, krustasea, tanaman biji tahunan, ak pendek dan padang rumput. Secara umum, tanaman dapat beradaptasi dengan kondisi dingin. Hewan-hewan yang menghuni wilayah ini adalah hewah yang mempunyai

darah panas seperti Beruang Kutub, Rusa kutub dan Serangga (Supriatna, 2008).

c) Bioma Taiga

Bioma Taiga merupakan hutan jenis konifera yang masuk dalam kategori Bioma terbesar di bumi (Pratiwi, 2022). Curah hujan tahunan di bioma ini berkisar antara 35 cm hingga 40 cm. Daerah ini mengalami penguapan yang rendah sehingga menjadi sangat basah. Bioma taiga terdapat pada daerah yang beriklim seang dengan curah hujan pada kisaran 100 cm setiap tahunnya dimana ditemukan pada Daerah Amerika Selatan, Amerika utara, Asia Timur dan Eropa Barat. Umumnya tumbuhan yang menghuni bioma taiga ialah tumbuhan runjung dan pinus serta hewan yang menghuni bioma ini antara lain beruang hitam, rusa, tupai dan salamander. Taiga biasanya merupakan hutan yang terdiri dari tumbuhan pinus, runjung dan tumbuhan lainnya. Terdapat beberapa hewan lainnya seperti rusa, beruang hitam, ajag dan burung.

d) Bioma Hutan

Bioma Hutan Gugur sering disebut bioma dengan 4 musim dan menampilkan vegetasi hutan yang hijau di musim panas dan menggugurkan daun di musim dingin. Hal ini ditemukan di daerah yang beriklim sedang seperti Eropa, sebagian Asia, dan Amerika. Bioma hutan gugur ditemukan di daerah beriklim sedang dan tersebar di Eropa Timur, Eropa Tengah, dan Asia Timur. Suhu yang mencapai -30°C hingga 30°C pada musim dingin serta musim panas merupakan salah satu ciri dari bioma ini. Bioma ini dicirikan oleh musim dingin yang sangat dingin dan musim panas yang sangat panas. Ditemukan beberapa hewan pada bioma ini seperti tikus, beruang dan burung (Pandiangan, 2010). Beberapa hewan di bioma ini dapat berhibernasi. Itu berarti makan banyak terlebih dahulu dan tidur larut malam selama

musim dingin. Hal ini juga ditandai dengan pemerataan curah hujan sepanjang tahun. Ada area di mana Anda bisa merasakan empat musim (musim panas, musim gugur, musim semi, musim dingin). Jenis yang terdapat di tempat ini hanya sedikit dan memiliki daun yang tidak terlalu lebar. Hewan menempati tempat ini ialah beruang, rubah, rusa, tupai, pelatuk dan rakun (mongoose lainnya).

e) Bioma Padang Rumput

Padang rumput adalah bentangan luas padang rumput datar dengan suhu sedang, curah hujan sedang, dan sedikit pohon. Ketika orang berbicara tentang padang rumput, mereka biasanya mengacu pada tanah keemasan yang tertutup gandum di tengah Amerika Utara. Ketika orang berbicara tentang padang rumput, mereka biasanya mengacu pada tanah keemasan yang tertutup gandum di tengah Amerika Utara. The Great Plains, di Amerika Serikat dan Kanada, memiliki beberapa padang rumput paling berharga di dunia, yang menumbuhkan beberapa tanaman paling penting di dunia. Negara bagian AS di North Dakota, South Dakota, Montana, Nebraska, Kansas, Oklahoma, Texas, Wyoming, Colorado, dan New Mexico, serta provinsi Alberta, Manitoba, dan Saskatchewan di Kanada membentuk Great Plains. Padang rumput di Amerika Utara terbentuk saat Pegunungan Rocky tumbuh semakin tinggi. Mereka tumbuh semakin tinggi karena lempeng tektonik, proses di mana sejumlah kecil lempeng di kerak bumi berinteraksi satu sama lain. Hewan yang terdapat pada bioma ini adalah bison, zebra, singa, babi hutan, serigala, gajah, jerapah, kanguru, serangga, tikus dan ular (Saptowati, 2015).

f) Bioma Gurun

Bioma gurun ditemukan di Asia, Afrika, India, Amerika, dan Australia. Ciri yang dimiliki bioma gurun ialah vegetatif dengan sangat sedikit pohon, spesies tanaman toleran

kekeringan (xerophyte), dan berbunga serta berbuah pendek (Efermer). Bioma ini dapat kita temukan di Gurun Sahara (Afrika Utara), Gurun Gobi (Cina), dan Gurun Kalahari (Afrika Selatan). Hanya beberapa flora dan fauna yang mampu hidup bertahan pada bioma gurun ini yang diakibatkan karena kondisi tanah yang kering dan sedikitnya curah hujan. Beberapa tanaman kaktus ditemukan pada padang gurun ini, selain itu ditemukan juga hewan seperti ular dan unta. Perbedaan suhu antara siang dan malam sangat besar. Ada juga tanaman keras dengan daun seperti duri dan tanaman keras tanpa daun di gurun, seperti kaktus dengan akar panjang dan jaringan penyimpan air. Hewan gurun termasuk hewan pengerat, ular, kadal, katak, dan kalajengking (Dewi, 2017).

g) Bioma Savana

Bioma sabana mempunyai ciri padang rumput dan vegetasi pohon. Itu ditemukan di Inonesia, Australia dan Asia. Bioma sabana atau sering juga disebut padang rumput dapat kita temukan di iklim sedang dan tropis dengan curah hujan tahunan 25 cm hingga 75 cm. Bioma ini ditandai dengan banyaknya tanaman rumput ini (Waluya, 2008). Hewan yang menghuni bioma ini adalah singa, jerapah, dan hewan lainnya yang dapat bertahan hidup di kondisi padang rumput. Bioma savana yang terdapat di Indonesia adalah daerah Nusa Tenggara Barat dan Sumbawa.

h) Hutan Bakau

Daerah Hutan Bakau dicirikan dengan vegetasi yang bernapas dengan akar, seperti tumbuhan bakau (*Rhizophora*), tumbuhan kayu bakar (*Avicinea*), dan spesies tumbuhan sonella/toleran dengan kekeringan (*Xerophytes*), karena tanah dan airnya sedikit.

i) Hutan Lumut

Hutan lumut banyak ditemukan di daerah pegunungan karena dihuni berbagai jenis tumbuhan lumut. Semua jenis lumut terdapat di Indonesia. Pengetahuan kita tentang tumbuhan masih terbatas dan kita bisa mempelajari semuanya. Dengan demikian, masih banyak jenis lumut yang belum dieksplorasi. Ada banyak jenis lumut yang ditemukan di Indonesia dari 47.000 spesies di dunia 4.250 – 12.000 diperkirakan ada di Indonesia. Sekarang ada 4.000 spesies pakis, terhitung seperempat dari semua pakis di dunia. Kelompok terbesar adalah 20.000 spesies tumbuhan biji, mewakili 8% populasi dunia. Perkembangan tumbuhan di Indonesia sangat tidak merata (Harianto, Sugeng P. dan Dewi, 2017). Contoh Hutan lumut diperlihatkan pada Gambar 6.1 berikut ini:



Gambar 6.1. Hutan yang ditumbuhi oleh berbagai jenis lumut
(Dokumentasi pribadi)

7. 2.2 Jenis-jenis Vegetasi

Jenis-jenis vegetasi ialah hutan, padang rumput, tundra dan kebun yang akan dijelaskan di bawah ini:

a) Hutan

Hutan adalah kawasan yang ditumbuhi pepohonan dan tumbuhan lainnya dengan rapat. Area seperti itu ditemukan banyak di dunia, berfungsi sebagai penyerap karbon, habitat hewan, pengatur aliran air dan pelindung tanah dan merupakan salah satu aspek biosfer bumi yang paling penting. Hutan adalah organisme hidup yang tersebar luas di seluruh dunia. Hutan ditemukan di daerah tropis dan dingin, dataran rendah dan pegunungan, pulau kecil dan benua besar. Hutan sebagai ekosistem tidak hanya menyimpan sumber daya alam berupa kayu, namun masih banyak kemungkinan lainnya dan dapat dimanfaatkan masyarakat dengan bercocok tanam di lahan hutan. Pada Gambar 6.2 dibawah ini memperlihatkan contoh kondisi hutan yang ditumbuhi berbagai jenis tumbuhan.



Gambar 6.2. Hutan yang ditumbuhi berbagai jenis pepohonan
(Dokumentasi pribadi)

b) Kebun

Kebun adalah sebidang tanah dengan area terbuka yang diperlakukan orang sebagai tempat untuk bercocok tanam. Kebun berbeda dengan hutan dalam hal jenis dan kerapatan vegetasinya. Kebun sering digunakan dalam bahasa sehari-hari untuk menyebut perkebunan (seperti "perkebunan karet" atau "perkebunan kelapa"). Kebun dapat digunakan seluruhnya atau sebagian sebagai tempat bercocok tanam. Kebun dalam hal ini adalah monokultur pohon dan semak yang tidak dapat diproduksi. Kebun seperti itu sudah dikenal sejak lama, seperti perkebunan pala dan berbagai perkebunan buah-buahan. Pada beberapa wilayah Indonesia kebun dijadikan untuk durian, duku, rambutan, jeruk, salak, dll). Kebun dalam pengertian Indonesia biasanya tidak memiliki sistem budidaya yang intensif melainkan tempat di mana tanaman dikumpulkan (Pangestika *et al.*, 2020). Pada Gambar 6.3 merupakan contoh lahan yang dikelola menjadi kebun.



Gambar 6.3. Lahan yang dikelola menjadi kebun jeruk
(Dokumentasi pribadi)

c) Padang Rumput

Padang rumput adalah habitat terbuka, ladang tempat rerumputan dan tanaman lainnya. Padang rumput menarik banyak satwa liar dan mendukung tumbuhan dan hewan yang tidak dapat tumbuh subur di habitat lain. Padang rumput menyediakan tempat bersarang, tempat mencari makan, dan terkadang tempat berlindung di mana vegetasinya besar dan penting secara ekologis. Ada banyak jenis padang rumput (Mahanani, 2014). B. Lahan pertanian, transisi, dan abadi yang penting secara ekologis. Padang rumput terjadi secara alami atau dibuat secara artifisial dari semak dan hutan yang ditebang. Padang rumput menutupi 20-40% dari permukaan tanah, dan tinggi rumput bervariasi dari 20-25 cm sampai 2,1 m tergantung curah hujan tahunan. Gambar 6.4 di bawah ini adalah contoh padang rumput.



Gambar 6.3. Hamparan lahan yang ditumbuhi rumput
(Dokumentasi pribadi)

d) Tundra

Tundra disebut daerah tanpa pohon karena merupakan daerah di mana suhu lingkungan yang rendah menghambat pertumbuhan pohon. Di daerah ini, sebagian besar tumbuhan hidup biasanya berupa lumut dan rumput. Tundra biasanya hidup di daerah dingin. Pertumbuhan tanaman ini di daerah ini hanya 60 hari. Terletak di wilayah utara dan memiliki puncak yang tinggi. Iklim kutub dengan musim dingin yang panjang dan gelap serta musim panas yang panjang dan terik (Patriani *et al.*, 2019).

6.3 Asosiasi Vegetasi

Asosiasi vegetasi merupakan istilah yang digunakan sebagai komunitas untuk semua jenis tanaman baik dari segi ukuran dan jenis tanaman. Komunitas adalah unit ekologi yang sangat besar juga bisa menjadi unit yang sangat kecil. Istilah komunitas juga bisa digunakan untuk hal-hal terkecil, misalnya untuk aneka ragam lumut yang menempel pada pohon-pohon tertentu (Budi, Djazuli dan Prihatiningrum, 2018). Kita dapat dengan mudah menemukan vegetasi sama, yakni pada lokasi yang mempunyai kondisi yang sama, misalnya padang rumput yang dengan mudah kita ditemui di manapun. Asosiasi adalah suatu bentuk komunitas dalam suatu formasi yang umumnya terdiri dari banyak asosiasi penyusun dimana satu dan lainnya bisa sangat berbeda secara fisiognomi. Suatu Asosiasi dapat dikatakan sebagai komunitas, namun tidak semua komunitas dapat dikatakan suatu asosiasi. Disebut asosiasi jika suatu komunitas memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Mempunyai komposisi floristik yang serupa
- 2) Fisiognominya sama
- 3) Habitat yang ada didalamnya relatif konsisten

Vegetasi mengandung begitu banyak batas sehingga perlu dipisahkan dan dibatasi tujuan untuk studi yang lebih rinci tentang vegetasi itu.

6.4 Ekotone Vegetasi

Transisi antara dua bioma, tetapi lanskap yang berbeda, seperti antara hutan dan padang rumput disebut Ekotone. Dalam bahasa Yunani Kata ekoton merupakan gabungan dari ekologi dan ekoton yang berarti tonos atau ketegangan (Krey, 2019). Ekotone bukan sekadar zona transisi antara dua ekosistem yang berdekatan. Ini mewakili rentang gangguan antara dua ekosistem, komunitas tumbuhan, bidang kecil yang membentuk struktur mosaik vegetasi atau individu. Luas kisaran ini (ekoton) dikendalikan dengan dua cara: (A) faktor lingkungan pada tahap awal gangguan, ketika individu dari dua ekosistem yang terganggu berada pada tahap pembibitan. (B) Karakteristik biologis dari dua individu ekosistem yang berdekatan, pada tahap remaja dan dewasa. Sulit untuk memisahkan pengaruh faktor lingkungan dari faktor biotik terhadap ekosistem dan ekotonnya, tetapi kita dapat mendeteksi faktor pembatas utama. Interaksi faktor lingkungan dan karakteristik biologis dapat menyebabkan terbentuknya ekosistem hibrida baru. Karya ini merupakan upaya untuk mengklasifikasikan ekoton berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristiknya. Klasifikasi yang disarankan ini dapat membantu memfasilitasi studi ekoton, menjelaskan koeksistensi dan hubungan antara ekosistem yang berdekatan, komunitas dan strukturnya serta mendeteksi gangguan maksimum antar individu.

6.5 Life form and cover

Menurut (Khanifah *et al.*, 2012) organisme adalah keseluruhan proses kehidupan dan muncul sebagai tanggapan langsung terhadap lingkungan. Organisme diklasifikasikan berdasarkan adaptasi organ tunas mereka untuk bertahan hidup dalam kondisi yang merugikan bagi tumbuhan. Raunkier mengklasifikasikan bentuk kehidupan tanaman berdasarkan lokasi dan tingkat perlindungan tunas bagian dalam sehingga tanaman dapat muncul kembali pada waktu yang tepat. , Hemicriptophyte, Cryptophyte, Therophytes. Representasi kolektif dari persentase setiap kelas organisme disebut spektrum biologis organisme. Kesamaan distribusi persentase spektra biologis dari daerah yang berbeda menunjukkan kesamaan iklim.

6.6 Leaf Area Index

Pengertian dari *Leaf Area Index* (LAI) oleh (Fang *et al.*, 2019) adalah sebagai rasio luas daun terhadap satuan luas permukaan tanah, merupakan variabel penting dari karakteristik kanopi untuk berbagai tanaman yang berkaitan dengan serapan energi dan cahaya. Pengukur LAI dilakukan dengan metode langsung terbatas pada area kecil dan jumlah terbatas yang dapat diukur selama siklus tanaman. Indeks luas daun merupakan salah satu parameter yang sangat penting untuk menentukan produktivitas. tanaman pertanian (Susanti dan Safrina, 2021). LAI dapat diturunkan dari data penginderaan jauh dengan menggunakan berbagai pendekatan. Salah satunya adalah indeks vegetasi. Tingkat akurasi nilai LAI yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis citra dan analisis yang digunakan seperti rumus di bawah ini:

$$LAI = \frac{S}{G}$$

Ket:

S $\Rightarrow$ Luas daun pada kanopi

G $\Rightarrow$ Luas permukaan tanah yang tertutupi kanopi

Perhitungan luas tajuk pada daun umumnya diukur sebagai luas daun dengan memproyeksikan ke suatu bidang, yaitu setelah sampel daun diletakkan pada permukaan yang rata. Pengukuran LAI dilakukan langsung di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, Djazuli and Prihatiningrum (2018) *Agroekosistem*. Gresik: UMG Press.
- Cheng, Y.-L. *et al.* (2016) 'We are IntechOpen , the world ' s leading publisher of Open Access books Built by scientists , for scientists TOP 1 %', *Intech*, 11(tourism), p. 13.
- Dewi, S. (2017) 'Pengembangan Modul biologi berorientasi kecerdasan naturalis siswa pada materi keanekaragaman hayati kelas x sma negeri 14 Bandar Lampung'.
- Fang, H. *et al.* (2019) 'An Overview of Global Leaf Area Index (LAI): Methods, Products, Validation, and Applications', *Reviews of Geophysics*, 57(3), pp. 739–799. doi: 10.1029/2018RG000608.
- Harianto, Sugeng P. and Dewi, B. S. (2017) *uku Ajar Biologi Konservasi: Biodiversitas Fauna di Kawasan Budidaya Lahan Basah*. Plantaxia, Yogyakarta.
- Khanifah, S. *et al.* (2012) 'Pemanfaatan Lingkungan Sekolah Sebagai Sumber Belajar Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa', *Unnes Journal of Biology EducationJ.Biol.Educ. Unnes Journal of Biology Education*, 1(11), pp. 66–73.
- Krey, K. (2019) *Kasuri Block High Conservation*. Deepublish.
- Leksono, A. S. (2010) *Keanekaragaman hayati*. Universitas Brawijaya Press.
- Mahanani, A. (2014) (*Elephas maximus sumatranus Temminck*) *DI SUAKA MARGASATWA PADANG SUGIHAN STRATEGI KONSERVASI GAJAH SUMATERA (Elephas maximus sumatranus Temminck)*, *Jurnal Lingkungan*.
- Pandiangan, S. L. (2010) *Sarah Liliana Pandiangan: Studi Keanekaragaman Ikan Karang Di Kawasan Perairan Bagian Barat Pulau Rubiah Nanggroe Aceh Darussalam, 2010*.
- Pangestika, M. *et al.* (2020) *Smart Farming: Pertanian di Era Revolusi Industri 4.0*. Penerbit Andi.
- Patriani, P. *et al.* (2019) 'Klimatologi dan Lingkungan Ternak', *USU Press*, (May), p. <https://news.ge/anakliis-porti-aris-qveyinis-momava>.

- Pratiwi (2022) Efektivitas Aplikasi Ethno-EduGames Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa Kelas X Pada Materi Ekosistem. Fkip. Unpas.
- Santoso.B (2020) Nalisis Vegetasi Hutan Mangrove Di Desa Sriminosari Kecamatan Labuhan Maringgai Kabupaten Lampung Timur. Niversitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Saptowati (2015) *Guru pembelajar modul mata pelajaran IPA terapan sekolah menengah kejuruan (SMK) kelompok kompetensi D: struktur sel, ekosistem dan penanganan limbah*. DIRJEN GTK KEMENDIKBUD.
- Subagiyo, L. *et al.* (2019) *Literasi Hutan Tropis Lembab & Lingkungannya, Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Supriatna, j (2008) *Melestarikan Alam Indonesia*. Yayasan Obor Indonesia.
- Susanti, D. and Safrina, D. (2021) 'IDENTIFIKASI LUAS DAUN SPESIFIK DAN INDEKS LUAS DAUN PEGAGAN (Centella asiatica (L .) Urb .) DI KARANGPANDAN , KARANGANYAR , JAWA TENGAH Specific Leaf Area and Leaf Area Index Identification of Centella (Centella asiatica (L .) Urb .) Leaf in Karang', (August 2018), pp. 10–17. doi: 10.22435/toi.v11i1.8242.CITATION.
- Waluya, B. (2008) 'Persebaran Flora Dan Fauna', *Bahan Bantu Mengajar* 4, 4(1), pp. 1–22.
- Zid, M. and Hardi, O. (2021) *Biogeografi*. Bumi Aksara.

BAB 7

ANALISIS VEGETASI DAN EKOSISTEM

7.1 Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan sumber daya alamnya sehingga mendapatkan julukan negara megabiodiversitas. Kekayaan alam Indonesia menyimpan berbagai jenis tumbuhan, hewan dan jamurnya. Keanekaragaman spesies tersebut didukung oleh iklim Indonesia yang sangat baik untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tiap spesies, khususnya tumbuhan yang merupakan produsen. Iklim yang berpengaruh di Indonesia, yaitu iklim tropis, iklim muson, dan iklim laut. Iklim merupakan salah satu komponen abiotik sedangkan organisme merupakan komponen biotik. Komponen abiotik dan komponen biotik keduanya terlibat di dalam suatu interaksi. Interaksi tersebut menunjukkan suatu hubungan timbal balik yang merujuk pada pengertian ekologi.

Akar bahasa dari kata Ekologi adalah bahasa Yunani yang membaginya atas kata "*oíkos*" artinya rumah atau tempat tinggal dan "*logós*" artinya ilmu ataupun buah pikiran yang diungkapkan dan telah dipertimbangkan secara nalar. Berdasarkan akar kata tersebut, dapat diartikan bahwa ekologi merupakan sebuah ilmu ataupun buah dari pemikiran yang telah dipertimbangkan secara nalar dan mengungkapkan mengenai hubungan interaksi antara semua organisme dengan tempat

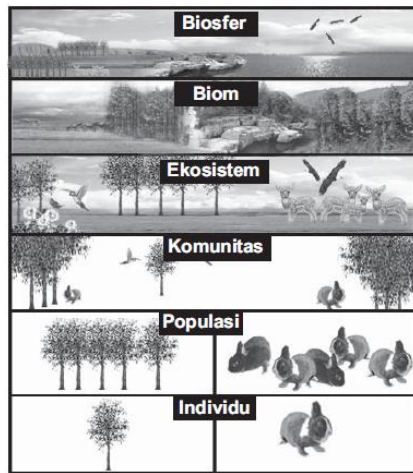
tinggalnya atau lingkungannya. Ekologi juga dipahami sebagai bagian dari ilmu biologi yang terus berkembang dan dipahami sebagai ilmu yang menjelaskan mengenai hubungan antara makhluk hidup dan alam tempat tinggalnya (Susanto, 2017). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ekologi merupakan buah pemikiran yang telah dipertimbangkan secara nalar dan terus berkembang mengenai hubungan interaksi antara semua organisme dengan lingkungannya.

Tumbuhan merupakan salah satu bentuk organisme yang kehadirannya cukup signifikan di dunia. Tumbuhan umumnya hidup secara bergerombol dan membentuk suatu komunitas yang biasa disebut sebagai komunitas tumbuhan. Komunitas tumbuhan merupakan suatu kumpulan jenis tumbuhan yang hidup berdampingan di suatu area dan memiliki asosiasi (Kartawinata and Abdulhadi, 2016). Komunitas tumbuhan juga sering disebut sebagai vegetasi tumbuhan. Vegetasi tumbuhan yang ada di lingkungan memiliki keunikan dan cirinya masing-masing. Artinya, vegetasi tumbuhan di tempat A memiliki karakter dan perbedaan dari vegetasi tumbuhan yang berada di tempat B. Variasi karakter dan keunikan pada tiap vegetasi tumbuhan menunjukkan bentuk ekologi yang harus terus-menerus digali dan dipelajari agar keterbaruannya memberikan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang biologi. Karena pada praktiknya, vegetasi tumbuhan dan ekologi adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan.

7.1.1 Vegetasi

Tumbuhan merupakan suatu organisme non-motil yang menempati suatu area. Kumpulan dari tumbuh-tumbuhan di area tertentu membentuk suatu populasi yang memiliki keterkaitan antara satu spesies dengan spesies lainnya. Pertumbuhan dan perkembangan dari populasi tumbuhan tersebut, dipengaruhi oleh faktor lingkungan atau abiotik (Kartawinata and Abdulhadi, 2016). Di alam, tumbuhan serta

organisme lainnya memiliki urutan organisasi kehidupan. Secara berturut-turut, urutan organisasi kehidupan mulai dari unit terkecil yang disebut sebagai spesies hingga yang terbesar, yaitu biosfer (Gambar 8.1).



Gambar 7.1. Urutan organisasi kehidupan makhluk hidup
(sumber: <https://www.siswapedia.com/wp-content/uploads/2013/10/tingkatan-organisasi-makhluk-hidup.jpg>)

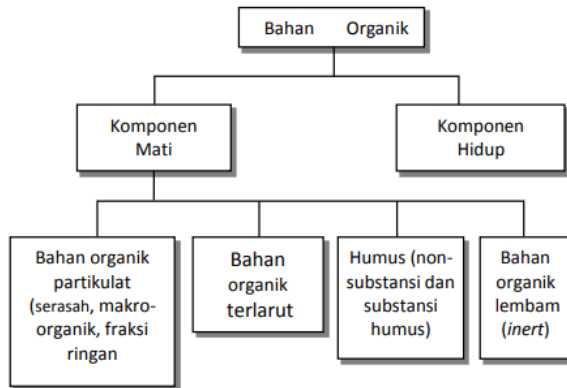
Di dalam urutan organisasi kehidupan (Gambar 7.1), istilah vegetasi tidak muncul di dalamnya. Namun, istilah vegetasi kerap digunakan untuk menunjukkan adanya kumpulan dari suatu komunitas tumbuhan. KBBI daring menjelaskan bahwa "*vegetasi adalah kehidupan (dunia) tumbuh-tumbuhan atau (dunia) tanam-tanaman*" (Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2016). Artinya, vegetasi merupakan kumpulan dari tumbuh-tumbuhan. Berdasarkan *Oxford Learner's Dictionaries* mengartikan bahwa vegetasi merupakan tumbuhan yang dapat ditemukan pada suatu area atau lingkungan tertentu (Oxford University Press, 2023). Namun, berdasarkan besaran dan cakupannya, istilah vegetasi cenderung lebih luas cakupan wilayahnya jika dibandingkan dengan pengertian komunitas.

Vegetasi pada dasarnya tidak dapat diartikan sebagai suatu ekosistem. Namun, di dalam vegetasi, terdapat kumpulan komunitas tumbuh-tumbuhan yang saling berinteraksi dan memiliki keterkaitan dengan lingkungannya (Wijana, 2014). Faktor lingkungan yang turut memberikan pengaruh pada vegetasi tumbuhan, yaitu faktor tanah (edafik), faktor iklim (klimatik), spesies hewan (fauna) dan juga spesies tumbuhan lainnya (flora). Interaksi di antara vegetasi tumbuhan dan faktor lingkungan dapat dipahami secara matematis dengan rumus sebagai berikut (Ardhana, 2015):

$$\text{Vegetasi} = f(\text{edafik, iklim, fauna, dan flora})$$

7.1.2 Faktor Tanah dan Iklim

Vegetasi tumbuhan dan lingkungan memiliki hubungan timbal balik yang tidak dapat dipisahkan. Pertumbuhan dan pertambahan jumlah dari suatu vegetasi tumbuhan dapat dipengaruhi oleh faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor eksternal yang turut berperan serta dalam pertumbuhan dan pertambahan jumlah tumbuhan, yaitu bahan organik dari tanah, pH tanah, air, kelembapan tanah, suhu, intensitas cahaya, kecepatan angin dan kelembapan udara, mineral, kadar garam, topografi, serta garis lintang suatu daerah (Wijana, 2014). Faktor-faktor eksternal yang telah disebutkan, dapat digolongkan ke dalam faktor abiotik.



Gambar 7.2. Pengelompokan bahan organik tanah
(sumber: Saidy (2018, hlm. 2))

Bahan organik dari tanah yang dibutuhkan oleh tumbuhan dikelompokkan ke dalam dua komponen, yaitu komponen mati dan komponen hidup (Gambar 7.2). Bahan organik kelompok komponen hidup, berasal dari organisme hidup yang ada di dalam tanah, seperti hewan yang ada di tanah (mikro ataupun makro fauna), akar tumbuhan, dan beragam mikroorganisme biomassa. Bahan organik yang berasal dari komponen mati terdiri dari bahan-bahan organik yang mengendap dan terurai, baik secara biologi maupun kimiawi (Saidy, 2018). Bahan organik yang terdapat di tanah dapat memberikan perlindungan dan mengatur suhu serta kelembapan tanah sehingga menyokong pertumbuhan tumbuhan (Nangaro, Tamod and Titah, 2021).

Adapun faktor abiotik lainnya yang dapat memengaruhi pertumbuhan tumbuhan adalah pH tanah. pH tanah yang ada di wilayah Indonesia, belum tentu sama. Perbedaan pH tanah ditunjukkan berdasarkan tinggi atau rendahnya ion H^+ dan ion OH^- yang ada di dalam tanah. Jumlah kadar ion H^+ dan ion OH^- di dalam tanah umumnya berbanding terbalik untuk menunjukkan tanah dalam kondisi asam ataupun kondisi basa. Namun, jika kedua ion dalam jumlah yang seimbang, maka pH tanah akan

netral (7.0) (Wijana, 2014). Jumlah pH antara 6 – 7 atau mendekati netral adalah pH tanah yang sangat baik untuk pertumbuhan tumbuhan karena menyediakan unsur hara yang paling sesuai dan mudah larut di dalam air sehingga mampu diserap oleh tumbuhan secara optimal (Karamina, Fikrinda and Murti, 2017).

Ketersediaan air yang cukup merupakan salah satu faktor yang sangat signifikan dalam mendukung keberlangsungan hidup bagi seluruh makhluk hidup. Bagi tumbuhan, air merupakan unsur yang menolong tumbuhan mulai dari berkecambah hingga bertumbuh dan beregenerasi. Air menolong tumbuhan untuk menjalankan fungsi sel hingga melarutkan unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan (Wijana, 2014).

Faktor suhu dan kelembapan tanah merupakan faktor eksternal yang memengaruhi pertumbuhan tumbuhan. Kelembapan tanah memberikan dampak positif bagi tanah karena menyebabkan tanah memiliki pori atau rongga sehingga sirkulasi udara di dalam tanah menjadi lebih baik (Karamina, Fikrinda and Murti, 2017). Tinggi rendahnya kelembapan suatu tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut seperti curah hujan, suhu, dan kapabilitas tanah tersebut dalam menyerap air (Wijana, 2014). Curah hujan yang tinggi, dapat menurunkan suhu tanah dan meningkatkan kelembapan tanah. Suhu akan memengaruhi perubahan yang terjadi pada unsur mikro yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Tinggi rendahnya suatu suhu tanah akan memengaruhi penyerapan air oleh akar. Oleh karena itu, saat terjadi perubahan suhu yang tiba-tiba dari tinggi ke rendah, hal tersebut dapat menyebabkan tumbuhan menjadi layu karena akar tumbuhan tidak mampu menyerap air pada saat suhu yang rendah (Karyati, Putri and Syafrudin, 2018).

Faktor iklim berikutnya yang dapat memengaruhi pertumbuhan suatu vegetasi tumbuhan adalah intensitas cahaya. Pada dasarnya, intensitas cahaya sangat memengaruhi suhu udara maupun suhu tanah serta proses fotosintesis dari tumbuhan (Wijana, 2014). Selain itu, intensitas cahaya matahari juga berperan penting dalam penyerapan logam berat yang ada di lingkungan. Hal ini dikarenakan produk fotosintesis yang berupa energi akan menyebabkan terjadinya transfer logam berat dari tanah ke dalam jaringan tumbuhan (Karamina, Fikrinda and Murti, 2017).

Kecepatan angin sangat berkontribusi dalam proses pemencaran biji (Wijana, 2014). Angin merupakan salah satu agen pemencar biji. Distribusi spesies yang dibantu dengan angin, tergantung pada tinggi dan rendahnya kecepatan angin yang ada di lingkungan tersebut. Tinggi dan rendahnya kecepatan angin dapat menyebabkan frekuensi kehadiran suatu tumbuhan menjadi berbeda (Kartawinata and Abdulhadi, 2016). Kecepatan angin juga berkontribusi dalam lepasnya spora dari suatu tumbuhan. Kekuatan hembusan angin dan gaya gravitasi juga turut menentukan penyebaran spora dari spesies yang sama (Prakoso, Sastrahidayat and Muhibuddin, 2020).

Faktor iklim berikutnya yang mendukung keberhasilan dan perbedaan suatu vegetasi tumbuhan adalah kelembapan udara. Kelembapan udara turut berperan serta dalam perkecambahan biji (Kartawinata and Abdulhadi, 2016). Biji harus terus mempertahankan jumlah air agar dapat berkecambah dengan baik. Penguapan dapat menyebabkan suatu makhluk hidup mengalami kekurangan air sehingga kelembapan udara menjadi alternatif di dalam mencegah laju kekurangan air (Wijana, 2014).

Tanah merupakan salah satu media yang bagi tumbuhan untuk bertumbuh. Untuk menunjang pertumbuhan tumbuhan, tanah harus subur dan mengandung bahan organik hingga mineral yang cukup bagi tumbuhan. Bahan organik yang terdekomposisi membentuk humus. Saat humus dan mineral menjadi satu, humus dapat bertahan dan mengendap cukup lama di dalam tanah, bahkan bisa mencapai ratusan tahun (Saidy, 2018). Tumbuhan hanya membutuhkan mineral dalam jumlah yang sedikit. Mineral yang dapat diserap dengan baik oleh tumbuhan adalah jenis mineral yang terlarut dalam air dan dengan jumlah yang kecil. Pada umumnya, mineral yang dibutuhkan oleh tumbuhan, seperti sulfur (belerang), fosfat (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), ferum (besi), natrium (Na), dan khlorin (Cl) (Wijana, 2014). Mineral ini sangat membantu bagi pertumbuhan tumbuhan karena dapat menjaga keseimbangan asam basa serta mengatur fungsi fisiologi tubuh.

Kadar garam merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi pertumbuhan tumbuhan. Kadar garam yang tinggi dapat menyebabkan beberapa unsur hara menjadi lebih rendah, seperti nitrogen (N), fosfat (P), mangan (Mn), tembaga (Cu), seng (Zn), dan ferum (Fe) (Ndolu and Puling, 2022). Selain itu, kadar garam yang tinggi juga dapat menyebabkan kerusakan pada sel-sel tumbuhan hingga dapat menyebabkan kematian.

KBBI daring menjelaskan beberapa pengertian dari topografi. Salah satunya berbunyi *"topografi adalah keadaan muka bumi pada suatu kawasan atau daerah"* (Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2016). Topografi suatu wilayah tentu memiliki perbedaan dan keunikannya masing-masing. Topografi menentukan keadaan tanah, penyerapan sinar matahari, kelembapan, dan juga kemiringan dari wilayah tertentu (Wijana, 2014).

7.1.3 Manfaat Analisis Vegetasi

Analisis vegetasi yang telah dilakukan pada suatu area tertentu, akan menghasilkan sebuah data lapangan. Analisis vegetasi sangat penting dilakukan karena bermanfaat untuk mengetahui suatu komunitas tumbuhan dari suatu area, mendeskripsikan komunitas tumbuhan yang dikaji serta memastikan keadaan dari ekosistem hutan yang masuk ke dalam pendataan (Ramadani, 2019). Selain itu, data yang dihasilkan dari analisis vegetasi adalah berupa data struktur tegakan atau data floristik, seperti spesies yang ditemui, spesies tumbuhan kunci, *growth form*, kajian fenologi, stratifikasi, pola penutupan lahan, dan untuk dapat memprakirakan keberlangsungan dari komunitas tumbuhan di wilayah tersebut (Wijana, 2014; Ramadani, 2019).

Analisis vegetasi juga sangat diperlukan di dalam penelitian ekologi, khususnya penelitian yang bertujuan untuk inventarisasi vegetasi yang ada di suatu wilayah hutan ataupun area terbuka lainnya. Pengambilan data anveg dapat menghasilkan data berupa rincian data spesies yang diamati, topografi, keberadaan spesies yang turut hadir di sekelilingnya, tutupan tajuk, tipe vegetasi dan juga parameter lingkungan (Bermuli, 2017). Hasil dari data ini dapat dimanfaatkan untuk menganalisis kehadiran dari individu spesies yang ada (kehadiran spesies dapat dibandingkan dengan penelitian sebelumnya), distribusi umur spesies berdasarkan data morfologi, piramida populasi, keberadaan spesiesnya berdasarkan jumlah populasinya, bentuk persebarannya di wilayah tersebut, bentuk habitat dari spesies yang diteliti, bioprediksi untuk spesies dan vegetasi di tempat tersebut, hingga jenis konservasi yang dapat dilakukan untuk spesies yang diteliti (Bermuli, Sulistijorini and Rahayu, 2019).

7.2 Metode, Data dan Petunjuk Penyusunan Laporan

Di dalam mengerjakan pengambilan data lapangan dengan analisis vegetasi (anveg), setiap peneliti perlu memperhatikan beberapa poin penting. Poin tersebut, bisa saja menjadi sangat krusial jika tidak dicermati dengan saksama. Poin tersebut adalah sebagai berikut (Wijana, 2014):

1. data mengenai ukuran, jumlah dan bentuk dari petak contoh yang digunakan dalam pengambilan data anveg
2. pemilihan teknik sampling berdasarkan subjek penelitian
3. parameter pengukuran data vegetasi tumbuhan di lokasi pengambilan sampel
4. cara menganalisis data yang telah diperoleh.

7.2.1 Ukuran, Jumlah, dan Bentuk Petak Contoh

Pengambilan data lapangan, perlu disesuaikan dengan ukuran dari subjek utama penelitian, tingkat kerapatannya, keseragaman jenis (homogenitas) dan keragaman bentuk kehidupannya (heterogenitas dari *life form*) (Wijana, 2014). Ukuran plot pada hakikatnya harus lebih besar dan mencakup subjek yang diteliti sehingga ukurannya perlu disesuaikan dengan ukuran subjek tersebut. Tabel 7.1 akan menunjukkan data mengenai ukuran kuadrat berdasarkan tipe vegetasi.

Tabel 7.1 Ukuran Kuadrat Berdasarkan Tipe Vegetasi

No.	Tipe Vegetasi	Ukuran Kuadrat
1	Komunitas Bryophyta dan Lichenes	(0,5 x 0,5) m ²
2	Padang rumput, <i>heaths</i> kerdil	(1 x 1) m ²
3	Komunitas semak belukan, herbal tinggi, dan padang rumput	(2 x 2) m ² – (4 x 4) m ²
4	Belukar, semak hutan	(10 x 10) m ²
5	Kanopi hutan	(20 x 20) m ² – (50 x 50) m ² (atau menggunakan <i>plotless sampling</i>)

Sumber: Wijana, (2014, hlm. 20)

Berikut adalah data untuk ukuran kuadrat berdasarkan habitus untuk jenis semainya yang berupa tumbuhan bawah (Tabel 7.2).

Tabel 7.2 Ukuran Kuadrat Berdasarkan Habitus

No.	Habitus	Ukuran Kuadrat
1	<i>Seedlings</i> (semai/tumbuhan bawah)	(1 x 1) m ²
2	<i>Saplins, poles</i> (pancang, tiang)	(5 x 5) m ²
3	<i>Matures/trees</i> (pohon)	(10 x 10) m ²

Sumber: Wijana, (2014, hlm. 20)

Berikutnya untuk Tabel 7.3 menunjukkan data berdasarkan habitus untuk jenis semainya berupa semaian pohon bawah.

Tabel 7.3 Ukuran Kuadrat Berdasarkan Habitus

No.	Habitus	Ukuran Kuadrat
1	<i>Seedlings</i> (semai/pohon bawah)	(2 x 2) m ²
2	<i>Saplins</i> (pancang)	(5 x 5) m ²
3	<i>Poles</i> (tiang)	(10 x 10) m ²
4	<i>Matures/trees</i> (pohon)	(20 x 20) m ²

Sumber: Wijana, (2014, hlm. 20)

Bentuk habitus dari tumbuhan dapat diketahui dengan melihat ciri-ciri morfologi, mengukur tinggi, dan juga mengukur diameter pohon. Kriteria pengelompokan tumbuhan yang didasari oleh tingkatan pertumbuhan pada masing-masing habitus, yaitu sebagai berikut (Wijana, 2014; Haryadi, 2017):

1. Tingkat semai atau yang biasa disebut sebagai anakan atau permudaan adalah individu yang berukuran <1,5 m.
2. Tingkat pancang atau yang biasa disebut sebagai pohon muda ataupun individu remaja adalah individu yang memiliki tinggi 1,5 m hingga diameter batang sebesar <10 cm.

3. Tingkat tiang adalah individu pohon muda dengan diameter batang antara 10 cm – kurang dari 20 cm.
4. Tingkat pohon atau pohon dewasa adalah individu pohon yang memiliki diameter ≥ 20 cm.
5. Tumbuhan bawah merupakan individu tumbuhan yang bukan anakan pohon. Contohnya jenis rumput, herba, dan semak.

Di dalam melakukan pengambilan data suatu komunitas, umumnya data yang diambil hanya berkisar 1% dari keseluruhan komunitas yang diselidiki karena keterbatasan waktu dan sumber daya (Ramadani, 2019). Oleh karena itu, jumlah plot atau petak contoh dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan tentunya harus dapat mewakili komunitas dari vegetasi yang diteliti.

Selain itu, pemilihan bentuk petak yang akan digunakan untuk pengambilan data anveg juga menjadi perhatian khusus dan disesuaikan pada jenis yang akan dikaji. Bentuk plot yang biasa digunakan adalah lingkaran, bujur sangkar atau persegi, dan persegi panjang (Wijana, 2014). Untuk spesies yang termasuk rumput, herba, ataupun semak dapat menggunakan lingkaran dengan tingkat presisi yang tinggi.

7.2.2 Teknik Sampling

Sampling adalah data sampel atau contoh yang diambil hanya sekitar 1% saja dari masing-masing komunitas yang diteliti (Ramadani, 2019). Teknik sampling umumnya berhubungan dengan sampel yang akan diambil dari lapangan. Data lapangan yang diambil, perlu ditentukan dan harus mampu merepresentasikan karakteristik dari populasi yang disampling. Terdapat tiga teknik sampling yang dapat digunakan, yaitu (Wijana, 2014):

1. Teknik *random sampling* dilakukan dengan cara menempatkan plot yang dilakukan secara acak.

2. Teknik *systematic sampling* dilakukan dengan meletakkan plot secara sistematis.
3. Teknik *stratified random sampling* dilakukan dengan cara meletakkan plot dengan mengombinasikan *random sampling* dan *systematic sampling* dengan mempertimbangkan kondisi wilayah jelajah.

Teknik sampling yang juga sering digunakan adalah teknik *purposive sampling* yang dilakukan dengan cara meletakkan plot di wilayah tempat ditemukannya spesies yang diteliti (Bermuli, 2017; Bermuli, Sulistijorini and Rahayu, 2019). Teknik ini biasa disebut juga sebagai teknik sampling bertujuan.

7.2.3 Parameter Pengukuran Vegetasi Tumbuhan di Lapangan

Jenis data yang dapat diambil di dalam satu kali penelitian menggunakan anveg adalah berupa rincian data subjek penelitian, seperti identifikasi spesies yang diteliti, identifikasi tipe spesies (semai, pancang, tiang, pohon), jumlahnya di dalam plot penelitian, tinggi subjek, dan kehadiran spesies tumbuhan lainnya di dalam plot yang sama (Bermuli, 2017; Bermuli, Sulistijorini and Rahayu, 2019). Sumber lainnya menyebutkan ada enam parameter pengambilan data yang diambil, seperti nama lokal dan nama ilmiah tiap spesies, kerapatan spesies dengan menghitung jumlah individu yang ditemukan, tutupan tajuk, diameter batang, tinggi pohon dan pemetaan lokasi individu pohon (Wijana, 2014).

7.2.4 Perlengkapan Pengambilan Data Lapangan

Proses pengambilan data lapangan dengan pembuatan petak contoh, umumnya menggunakan beberapa alat, seperti GPS (*Global Positioning System*), binokular (umumnya untuk spesies epifit ataupun kadaka yang hidup di cabang pohon dengan ketinggian tertentu), tali raffia, pancang atau kayu pasak,

meteran, alat tulis, *name tag* yang dapat digunakan sebagai penanda bagi tanaman yang telah dihitung, kantong plastik yang digunakan untuk meletakkan sampel spesimen, koran bekas untuk membungkus sampel spesimen dan kamera yang digunakan sebagai alat untuk dokumentasi (Bermuli, 2017; Hidayat, 2017). Selain itu, untuk mengambil data berupa parameter lingkungan, seperti pH tanah, suhu lingkungan, kelembapan udara, dan intensitas cahaya. Secara berturut-turut digunakan alat berupa *soil tester*, *thermometer*, *higrometer*, dan *luxmeter* (Hidayat, 2017).

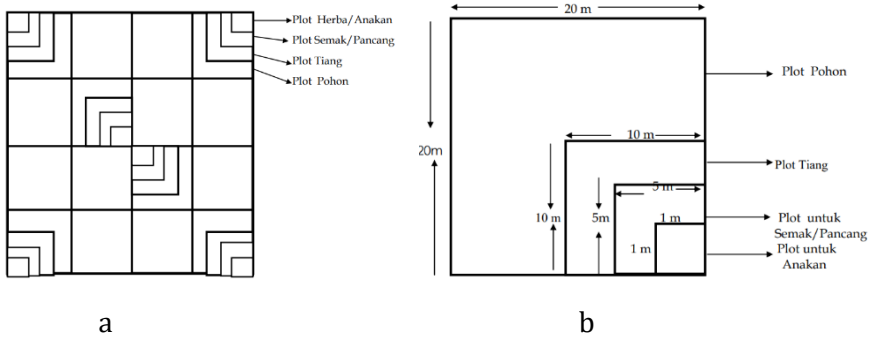
7.2.5 Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel yang digunakan untuk data lapangan cukup bervariasi. Metode pengambilan sampel untuk analisis vegetasi, yaitu metode petak contoh atau biasa disebut *plot* dan metode tanpa petak contoh atau yang disebut sebagai *plot-less method* (Sundra, 2016). Lebih jauh lagi, terdapat pakar yang menyebutkan lima variasi metode pengambilan data yang biasanya digunakan, seperti metode plot, metode jalur, metode garis berpetak, metode kombinasi, dan metode tanpa plot (Wijana, 2014).

Metode pengambilan sampel dengan menggunakan plot, dibagi menjadi metode plot tunggal dan metode plot ganda. Kemudian terdapat juga metode jalur atau transek, metode garis berpetak atau jalur berpetak, metode kombinasi, metode tanpa plot atau *plotless Method*, *Line Transect* dan *Belt Transect*.

Metode plot tunggal

Metode plot tunggal adalah plot tunggal yang dilakukan dalam satu kali dengan ukuran tertentu dengan menggunakan kurva spesies area (Gambar 7.3) (Wijana, 2014).

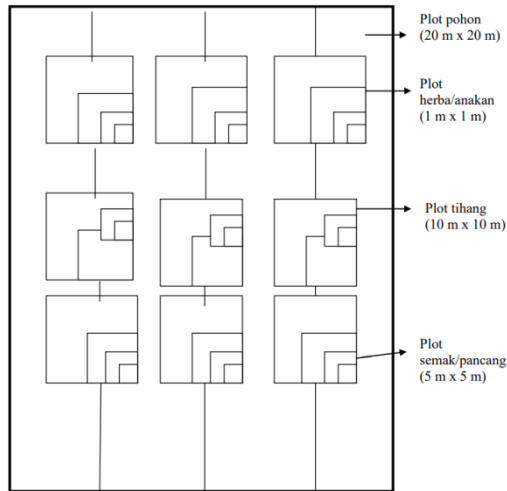


Gambar 7.3. Metode plot tunggal, a) tata letak metode plot tunggal; b) contoh plot dan sub plot tunggal.
(sumber: Sundra, (2016, hlm. 6))

Penggunaan metode plot tunggal dengan cara membuat plot utama yang berukuran besar, lalu petak-petak kecil disebar dan dianalisis sehingga menjadi lokasi yang mewakili pada plot tersebut (Gambar 7.3) (Sundra, 2016). Metode plot tunggal digunakan untuk daerah yang memiliki kemiripan dari segi topografi, keasaman tanahnya (pH tanah) dan juga kadar air yang tersimpan di tanahnya.

Metode plot ganda

Metode plot ganda bertujuan untuk menganalisis vegetasi di kawasan hutan dan dilakukan dengan cara meletakkan petak contoh dengan jumlah yang banyak dan berulang, dengan plot disusun secara sistematis serta tersebar secara merata (Gambar 7.4) (Wijana, 2014; Sundra, 2016).



Gambar 7.4. Metode plot ganda dan tata letaknya.
(sumber: Sundra, (2016, hlm. 7))

Metode Jalur

Metode jalur adalah metode yang digunakan untuk menganalisis perubahan yang terjadi di suatu vegetasi berdasarkan data kondisi tanah, topografi dan elevasi suatu wilayah (Wijana, 2014). Peletakan plot adalah dengan garis kontur dipotong oleh jalur yang ada dan dibuat sejajar.

Metode Jalur Berpetak

Pembuatan metode jalur berpetak menunjukkan alur yang mirip dengan metode jalur dan hasil perubahan dari metode jalur dan metode plot ganda (Sundra, 2016). Cara meletakkannya adalah dengan metode garis diletakkan dengan lompatan satu plot atau lebih di dalam jalur utama yang telah dibuat.

Metode Kombinasi

Metode kombinasi adalah metode yang digunakan dan hasil kolaborasi dari metode jalur dan metode garis berpetak. Cara meletakkan plot kombinasi ini adalah dengan garis transek

sebagai garis kompas, kemudian plot kuadrat akan diletakkan bersilangan di bagian kiri dan kanan (Wijana, 2014).

Metode Tanpa Plot atau *Plotless Method*

Seperti namanya, maka metode tanpa plot dibuat tanpa menggunakan plot contoh (Sundra, 2016). Metode ini dilakukan dengan cara menghitung jumlah individu tumbuhan per satuan luas dengan rata-rata jarak antar tumbuhan yang ada.

Line Transect

Pada metode ini, dilakukan dengan cara membentangkan tali secara vertikal. Kemudian secara sistematis ataupun secara acak, menghitung individu spesies secara berkesinambungan (hadir ataupun tidak hadir) pada pita atau tali yang digunakan untuk menandai jalur tersebut. (Wijana, 2014).

Belt Transect

Metode *belt transect* merupakan metode *line transect* yang telah dimodifikasi karena jalur jelajahnya lebih lebar dari pada *line transect*. Lebar dari metode *belt transect* umumnya adalah sekitar 0,5 – 1m, tetapi untuk hutan berkayu dan hutan alami lainnya bisa lebih besar lagi (Wijana, 2014). Metode ini dinilai paling tepat untuk menyelidiki toleransi spesies terhadap perubahan lingkungan dan pengaruh dari adanya campur tangan manusia terhadap alam.

7.2.6 Data dan Teknik Analisis Data

Pengambilan data lapangan yang dilakukan dengan mengukur data lapangan pada metode analisis vegetasi, menghasilkan data yang perlu diolah dan dianalisis lebih lanjut. Cara menganalisis hasil data lapangan yang diperoleh selalu bergantung pada data yang diambil. Bentuk-bentuk data lapangan yang dapat dianalisis secara kualitatif adalah jenis data hasil yang diambil dalam bentuk data fisiognomi, fenologi,

periodesitas, stratifikasi, kelimpahan, penyebaran spesies, vitalitas, dan *life form* (Wijana, 2014). Data-data tersebut dapat dianalisis secara naratif ataupun deskriptif.

Data kuantitatif adalah segala jenis data yang diperoleh berdasarkan total atau banyak ataupun jumlahnya. KBBI daring menjelaskan bahwa "*kuantitatif adalah data yang diperoleh berdasarkan jumlah atau banyaknya*" (Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2016). Dengan demikian, semua data yang diambil dari lapangan dan menginformasikan perihal jumlah merupakan data yang dapat dianalisis secara kuantitatif. Data kuantitatif yang diambil dari penelitian lapangan adalah berupa nama spesies tumbuhan, ukuran lingkaran atau keliling batang pohon yang dihitung sebatas tinggi dada (dapat juga setinggi 1 – 1,5 mdpl), perkiraan tinggi spesies, jumlah satuan dari tiap spesies, faktor tanah dan iklim, garis lintang, GPS dan sebagainya (Wijana, 2014).

Data lapangan yang berhubungan dengan data keliling atau lingkaran batang, perlu diubah dulu menjadi data diameter batang. Untuk mengetahui nilai diameter batang, dapat dilakukan dengan cara menggunakan rumus diameter lingkaran. Kemudian, mencari nilai *Basal Area* yang dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

$$BA = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi$$

Keterangan:

BA = Basal Area

d = diameter

π = 3,1429

Selain itu, nilai tutupan tajuk (*Crown Cover*) di suatu area juga dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$CC = \left(\frac{d1 + d2}{4} \right)^2 \cdot \pi$$

Keterangan:

CC = *Crown Cover*

d = diameter

π = 3,1429

Di dalam mengambil data atau sampling vegetasi, parameter vegetasi yang dapat dihitung adalah densitas (kerapatan individu), dominansi, dan frekuensi (kehadiran spesies) (Wijana, 2014; Ramadani, 2019).

Rumus untuk **Densitas**, yaitu:

$$\text{Densitas} = \frac{\text{jumlah individu}}{\text{satuan luas atau area sampel}}$$

Rumus untuk Frekuensi (F), yaitu:

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{jumlah plot spesies tertentu yang hadir}}{\text{jumlah plot yang digunakan atau menjadi sampel}}$$

Rumus untuk **Dominansi**, yaitu:

$$\text{Dominansi} = \frac{\text{total basal area atau nilai Cover suatu spesies}}{\text{area sampel}}$$

Rumus untuk Densitas Relatif, yaitu:

$$\text{Densitas Relatif} = \frac{\text{Densitas suatu spesies}}{\text{Densitas semua spesies}} \times 100\%$$

Rumus untuk Dominansi Relatif, yaitu:

$$\text{Dominansi Relatif} = \frac{\text{Dominansi suatu spesies}}{\text{Total dominansi semua spesies}} \times 100\%$$

Rumus untuk Frekuensi Relatif, yaitu:

$$\text{Frekuensi Relatif} = \frac{\text{Nilai frekuensi suatu spesies}}{\text{total nilai frekuensi semua spesies}} \times 100\%$$

Rumus untuk Indeks Nilai Penting (INP), yaitu:

$$\text{INP} = \text{Densitas Relatif} + \text{Dominansi Relatif} + \text{Frekuensi Relatif}$$

Rumus untuk *Summed Dominance Ratio* (SDR), yaitu:

$$\text{SDR} = \frac{\text{INP}}{\text{parameter vegetasi yang digunakan}}$$

Tutupan tajuk dapat diklasifikasikan berdasarkan skor yang dituliskan oleh Braun-Blanquet, yaitu (Wijana, 2014):

Skor 5 = $\frac{3}{4}$ area > 75 %

Skor 4 = $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ = 50 – 75 %

Skor 3 = $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ = 25 – 50 %

Skor 2 = $\frac{1}{20}$ - $\frac{1}{4}$ = 5 – 25 %

Skor 1 = < $\frac{1}{20}$ = < 5 %

Tanda salib = penutupan kecil

r = soliter dengan penutupan kecil

Data hasil dari analisis vegetasi dapat digunakan dan dimanfaatkan oleh berbagai kalangan, seperti mahasiswa, peneliti dan staf lapangan pada instansi pemerintah yang berkaitan dengan bidang ekologi, kehutanan dan pelestarian alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhana, I.P.G. (2015) *Ekologi Tumbuhan*. 2nd edn. Denpasar: Udayana University Press.
- Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, K.P.K.R. dan T.R.I. (2016) *KBBI Daring*.
- Bermuli, J.E. (2017) *Populasi Hoya spp (Apocynaceae Asclepiadoideae) di Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol, Indonesia*. Institut Pertanian Bogor.
- Bermuli, J.E., Sulistijorini and Rahayu, S. (2019) 'Population Structure of Hoya spp. (Apocynaceae Asclepiadoideae) at Bodogol Nature-Conservation Education Center, Indonesia', *BIOTROPIA - The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, 26(2), pp. 82–93. Available at: <https://doi.org/10.11598/btb.2019.26.2.881>.
- Haryadi, N. (2017) 'Struktur dan Komposisi Vegetasi Pada Kawasan Lindung Air Terjun Telaga Kameloh Kabupaten Gunung Mas', *Ziraa'ah: Majalah Ilmiah Pertanian*, 42(2), pp. 137–149. Available at: <https://doi.org/10.31602/zmip.v42i2.778>.
- Hidayat, M. (2017) 'Analisis Vegetasi dan Keanekaragaman Tumbuhan di Kawasan Manifestasi Geotermal Ie Suum Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar', *Jurnal Biotik*, 5(2), pp. 114–124. Available at: <https://doi.org/10.22373/biotik.v5i2.3019>.
- Karamina, H., Fikrinda, W. and Murti, A.T. (2017) 'Kompleksitas Pengaruh Temperatur dan Kelembaban Tanah Terhadap Nilai pH Tanah di Perkebunan Jambu Biji Varietas Kristal (Psidium guajava L.) Bumiaji, Kota Batu', *Jurnal Kultivasi*, 16(3), pp. 430–434. Available at: <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i3.13225>.

- Kartawinata, K. and Abdulhadi, R. (2016) *EKOLOGI VEGETASI Tujuan dan Metode [Aims and Methods of Vegetations Ecology by Dieter Mueller-Dombois & Heinz Ellenberg]*. Pertama. Edited by S.H. Kusuma. Jakarta: LIPI Press & Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Karyati, Putri, R.O. and Syafrudin, M. (2018) 'Suhu dan Kelembaban Tanah Pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang di PT Adimitra Baratama Nusantara, Provinsi Kalimantan Timur', *Jurnal AGRIFOR*, 17(1), pp. 103–114. Available at: <https://doi.org/10.31293/af.v17i1.3280>.
- Nangaro, R.A., Tamod, Z.E. and Titah, T. (2021) 'Analisis Kandungan Bahan Organik Tanah di Kebun Tradisional Desa Sereh Kabupaten Kepulauan Talaud'. Available at: <https://doi.org/10.35791/cocos.v1i1.32111>.
- Ndolu, M.D.W. and Puling, Y.M. (2022) 'Efektifitas Air Garam (NaCl) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)', *Journal Science of Biodiversity*, 3(1), pp. 14–21. Available at: <https://doi.org/10.46201/jsb/vol1i1pp14-21.Oxford> University Press (2023) *Oxford Learner's Dictionaries*.
- Prakoso, S.D., Sastrahidayat, I.R. and Muhibuddin, A. (2020) 'Pengaruh Angin Terhadap Penyebaran Spora *Phakopsora pachyrhizi* Sydow Secara Horizontal', *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 8(1), pp. 1–8. Available at: <https://jurnalhpt.ub.ac.id/index.php/jhpt/article/view/285/307> (Accessed: 18 March 2023).
- Ramadani, A.H. (2019) 'Analisis Vegetasi', in K. 'Aini (ed.) *Panduan Biology Camp*. Gresik: Yayasan Generasi Biologi Indonesia, pp. 106–113.

- Saidy, A.R. (2018) *Bahan Organik Tanah: Klasifikasi, Fungsi dan Metode Studi*. 1st edn. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press. Available at:
<http://eprints.ulm.ac.id/4505/1/Buku%20-%20Bahan%20Organik%20Tanah.pdf> (Accessed: 18 March 2023).
- Sundra, I.K. (2016) *Metode dan Teknik Analisis Flora dan Fauna Darat*. Denpasar. Available at:
https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_penelitian_1_dir/e2c990a145406b8c154139d203f72d34.pdf (Accessed: 20 March 2023).
- Susanto (2017) *EKOLOGI: Konservasi Sumberdaya Hayati*. Edited by A. Suryo. Purwokerto: UM Purwokerto Press.
- Wijana, N. (2014) *Metode Analisis Vegetasi*. 1st edn. Yogyakarta: Plantaxia.

BAB 8

SUKSESI

8.1 Pendahuluan

Umumnya apabila suatu lahan seperti suatu kebun yang terbengkalai atau suatu lahan yang ditanamai rerumputan tidak pernah dibabat secara teratur, maka suatu vegetasi pada tempat seperti itu akan terjadi perubahan dan akan berubah, tidak seperti itu terus menerus.

Suatu lahan yang tidak terpelihara akan ditumbuhi tumbuhan liar dan akan mengubah secara signifikan karakteristik dari vegetasi asalnya. begitupun jika suatu lahan misalnya pertanian yang tidak dirawat, digarap dengan baik akan menyebabkan herba, perdu dan pohon liar akan tumbuh menguasai daerah atau lahan pertanian tersebut. Kemudian apabila kondisi tanaman bagus pertumbuhannya, maka suatu vegetasi akan tumbuh dan berkembang sehingga terbentuk komunitas hutan.

Awalnya tanah dalam kondisi belum matang, artinya tanaman akan sulit untuk tumbuh di daerah tersebut disebabkan karena nutrisi organik belum ada, permukaan sangat terbuka dan kondisinya belum menunjang kehidupan sebelumnya. Akan tetapi, jika diberi waktu yang cukup lama, lama kelamaan akan tertutup oleh sekelompok atau koloni tumbuhan yang kemudian ekosistem ini akan berkembang. Kerusakan hebat pada suatu komunitas biasanya terjadi karena adanya kondisi bencana alam seperti longsor, banjir, gunung berapi, dan atau kegiatan-kegiatan manusia yang tidak bertanggungjawab terhadap alam yang dapat menyebabkan kerusakan pada suatu komunitas.

Rusaknya suatu komunitas dapat menimbulkan terbukanya permukaan tanah.

Jika proses perbaikan berlangsung secara alami tanpa campur tangan manusia berupa reboisasi atau rehabilitasi, kita akan menyaksikan urutan pertumbuhan berbagai jenis tumbuhan yang bermunculan. Terlihat bahwa yang pertama kali muncul adalah tumbuhan yang sangat sederhana, seperti berbagai jenis ganggang biru dan lumut kerak. Kedua jenis tumbuhan ini mampu hidup pada permukaan yang tandus, bebatuan, sehingga dijuluki tumbuhan perintis.

Tumbuhan pelopor yaitu tumbuhan yang memiliki kemampuan tinggi untuk hidup pada keadaan lingkungan yang serba terbatas. Keterbatasan terjadi misalnya disebabkan karena kondisi tanah yang rendah nutrisi, kekurangan atau bahkan tidak ada air yang tersedia di dalam tanah, kondisi intensitas cahaya yang terlalu tinggi. Adanya tanaman pelopor atau pionir dapat membentuk kondisi lingkungan tertentu sehingga memberikan suatu kondisi pada tumbuhan lain untuk hidup. Koloni tumbuhan pionir ini akan membantu proses pembentukan lapisan tanah, dapat memecah bebatuan dengan akar yang dimilikinya serta membebaskan materi organik saat terjadi pelapukan dari berbagai tumbuhan yang mati.

Ketika diberi cukup waktu, pertumbuhan tumbuhan pionir akan disusul oleh vegetasi yang lebih kompleks. Proses penyusulan dan penggantian berlangsung terus sampai munculnya semak-semak, belukar dan akhirnya pohon-pohonan, sehingga permukaan tanah yang terbuka atau sering diistilahkan luka, tak berbekas lagi. Perubahan akan terjadi seiring dengan perubahan waktu, dan akan membentuk suatu komunitas tumbuhan yang sidatnya semakin lama akan semakin padat dan kompleks. Seluruh proses pematangan kondisi atau bentuk suatu komunitas atau ekosistem disebut suksesi. Perubahan komunitas selama suksesi meliputi perubahan komposisi jenis dan keanekaragaman jenis. beberapa studi yang paling rinci tentang suksesi ekologi telah berfokus pada suksesi yang

mengarah ke klimaks hutan (Sher, 2022). Komunitas yang terakhir dalam perkembangan adalah komunitas klimaks. Komunitas ini merupakan sistem yang melestarikan diri dalam keseimbangan dengan habitat fisik (Odum, 1996)

8.1 Dinamika Ekosistem & Suksesi

Tansley (1920) dalam Ardhana (2015), mendefinisikan suksesi merupakan suatu perubahan yang berlangsung secara perlahan dari suatu komunitas tumbuhan pada suatu daerah tertentu dimana terjadi pengalihan atau pergantian dari suatu jenis tumbuhan oleh jenis tumbuhan lain (pada tingkat populasi). Sejalan dengan definisi lain yang mengatakan suksesi adalah suatu perubahan komposisi jenis tumbuhan yang kumulatif dan searah dan terjadi pada suatu wilayah tertentu. Pengertian suksesi seperti itu segera memenuhi syarat jika berkaitan dengan batas waktu karena bisa jadi perubahan jenis tumbuhan terjadi secara musiman sepanjang tahun (Jayadi, 2021). Suksesi merupakan proses bergantinya satu komunitas oleh komunitas lainnya yang lebih kompleks yang berlangsung dalam waktu yang sangat lama bahkan lebih lama dari umur satu generasi manusia (Handzico & Slamet, 2015).

Menurut Maknun (2017), suksesi ekologi dapat dilihat sebagai berikut :

- a. Proses perubahan yang mengarah ke perkembangan yang berlangsung secara kontiniu yang melibatkan perubahan dalam struktur spesies dan proses dalam komunitas yang berhubunha dengan waktu dan arah perkembangannya dapat diduga.
- b. Hasil modifikasi lingkungan fisik oleh komunitas. Jadi suksesi adalah pengaturan suatu komunitas, yang perlu diperhatikan bahwa lingkungan fisik dapat menentukan pola kecepatan suatu perubahan dan memberikan batasan sampai dimana komunitas dapat berkembang.
- c. Akhirnya sampai puncak ekosistem yaitu kondisi biomasa maksimum dan fungsi simbiosis dipertahankan.

Contoh dari suksesi ekologi digambarkan dari awal suatu ekosistem hutan yang mengalami kebakaran besar sehingga mengakibatkan lahan menjadi gundul. Kendati demikian pada lahan gundul itu dapat tersisa vegetasi akar-akaran dan biji-biji dorman yang mulai hidup kembali membentuk ekosistem baru (Ardhana, 2015).

Suksesi berlangsung terus, sampai komunitas mencapai tahapan stabil yang disebut klimaks. Tingkat klimaks dicapai karena dukungan tanah (keadaan tanah), disebut klimaks tanah (*edafic climax*). Sebaliknya jika iklim yang mendukung suatu suksesi sampai mencapai klimaks, maka tingkat klimaks yang dicapai itu disebut klimaks iklim (*climatic climax*). Komunitas klimaks adalah "titik akhir" suksesi dalam konteks iklim dan geografi tertentu. Di AS bagian barat tengah, misalnya, komunitas semacam itu mungkin merupakan hutan kayu keras dengan pohon ek dan hickori sebagai spesies pohon yang dominan.

Komunitas klimaks akan bertahan di lokasi tertentu sampai terjadi gangguan. Namun, di banyak ekosistem, gangguan cukup sering terjadi sehingga matriks tipe komunitas dapat hadir secara konsisten di lanskap. Misalnya, di daerah yang rawan kebakaran hutan seperti AS bagian barat, hutan dewasa mungkin ada di dekat padang rumput dengan lebih sedikit pohon yang tersebar. Gangguan dan variasi yang konsisten dalam faktor-faktor seperti air dan ketersediaan nutrisi selama beberapa dekade memungkinkan banyak komunitas tanaman dan hewan untuk berkembang dalam relung iklim dan geografis tertentu (Witynski, 2023).

8.2 Suksesi Primer dan Suksesi Sekunder

8.2.1. Suksesi Primer

Pembentukan tanaman di tanah yang sebelumnya tidak bervegetasi disebut suksesi primer. jika komunitas perintis menjadi stabil pada substrat basah, seperti tepi rawa yang

berangsur-angsur terisi, maka invasi tersebut adalah suksesi primer (Barbour & Michael G, 1987).

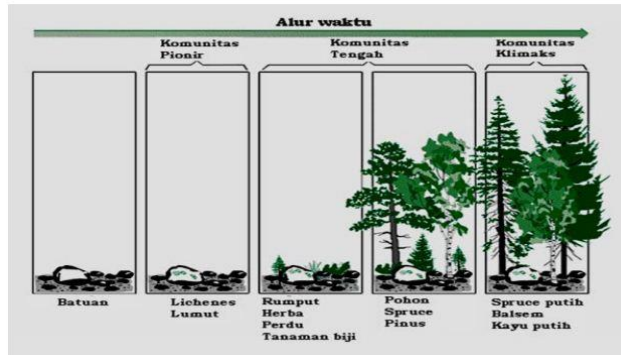
Kondisi ekosistem yang mengalami gangguan yang sangat berat menyebabkan komunitas awal yang ada menjadi hilang atau rusak total, sehingga menyebabkan ditempat tersebut tidak ada lagi organisme yang tertinggal dan akhirnya terjadilah habitat baru. Umumnya kondisi seperti ini terjadi disebabkan karena adanya bencana alam seperti letusan gunung berapi, terjadinya tanah longsor atau juga karena perbuatan manusia seperti pertambangan yang menyebabkan kerusakan parah pada suatu ekosistem.

Menurut Gopal dan Bhardwaj (1979) dalam Ardhana (2015), studi yang pertama kali dilakukan di Indonesia, yaitu di pulau Krakatau terkait suksesi primer. Saat letusan vulkanik gunung karakatu telah memusnahkan flora dan fauna yang ada di pulau tersebut dan mengurangi ukuran pulau hampir sepertiga dari ukuran semula. Selang beberapa tahun Pionir muncul dalam bentuk lumut dan tanaman terbuat dari lumut yang dapat menahan sinar matahari dan Kekeringan. Pabrik Pioneer mulai memproduksi dengan pelapukan di permukaan bumi sehingga terbentuk komposisi tanah yang masih sangat sederhana dari segi struktur dan nutrisi. Ketika tanaman pionir mati, maka akan mendatangkan pengurai. Materi dibentuk oleh karena adanya aktivitas pembusukan bercampur dengan efek pelapukan tanah membentuk kondisi tanah yang lebih kompleks sehingga rerumputan dapat tumbuh. Berbagai jenis rumput yang mulai tumbuh memungkinkan serangga dapat hinggap dan dengan bantuan angit atau serangga dapat menyebarkan biji-bijian. Semak kemudian terganti dengan tumbuhnya perdu, selanjutnya digantikan pepohonan berukuran pendek seperti pinus. Kondisi akhir yaitu saat mencapai klimaks, akan tumbuh pepohonan yang berukuran tinggi sehingga akan membentuk sebuah hutan.

Hal ini terbukti dari hasil wawancara yang dilakukan Forest Watch Indonesia kepada Prof Tukirin yang sejak 1981 sudah melakukan penelitian suksesi di Pulau Anak Krakatau. Beliau mengatakan awalnya adanya keberadaan lumut, kemudian karena kelembapan yang ditimbulkan menyebabkan tumbuhnya paku, selanjutnya membentuk semak. Selanjutnya tumbuh pepohonan berukuran kecil dari biji yang dibawah oleh berbagai jenis burung. Sekarang keberadaan pohon berukuran kecil digantikan dengan tumbuhnya jenis *Ficus* yang berkembang di kondisi dataran yang lebih rendah (Arrafisena, 2021).

Berbagai jenis rumput yang tumbuh memberikan ruang untuk burung hinggap dan menyebarkan biji-biji tumbuhan lain. Rerumputan yang sudah membentuk semak belukar kan diganti dengan sejenis perdu. Selang beberapa waktu kemudian akan digantikan pepohonan yang misalnya pinus. Kondisi akhir, yaitu saat pepohonan yang berukuran pendek akan digantikan dengan, pohon berukuran tinggi. Jika kondisi seperti ini berlangsung dengan baik maka lambat laun akan terbentuk hutan.

Selang tiga tahun setelah peristiwa tersebut, tercatat beberapa tumbuhan yang tumbuh Kembali misalnya jenis tanaman paku sebanyak 11 spesies, beberapa jenis bunga sebanyak 8 spesies, ada beberapa jenis tumbuhan lainnya sebanyak 8 spesies. Tumbuh-tumbuhan tersebut umumnya adalah spesies tumbuhan yang berinvansi dari pulau-pulau dekat dengan sumatera dan jawa. Jumlah spesies tumbuhan di pulau tersebut secara berangsur dari tahun ketahun semakin bertambah begitupula jenisflora yang ada di pulau tersebut. Berbagai jenis arthropoda, reptile dan ave terbear di pulau tersebut. Hasil perubahan tersebut menunjukan bahwa kerusakan yang terjadi akibat letusan Gunung Krakatau, diikuti oleh perubahan yang mengarah pada perkembangan komunitas. Hal ini terbukti adanya perubahan keanekaragaman spesies dan komposisinya.



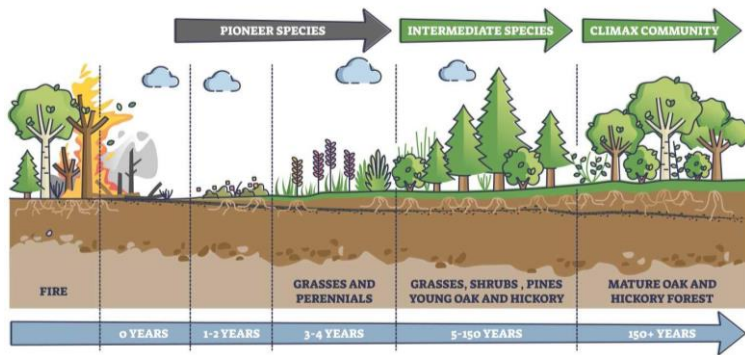
Gambar. 8.1. Suksesi Primer

(Sumber: Estella Lavelin at.al. 1998. Botani Visual Resource dalam Campbell (2016))

8.2.2 Suksesi Sekunder

Terjadi akibat adanya gangguan secara alami maupun buatan. Kondisi suksesi sekunder terjadi jika suatu gangguan yang terjadi tidak memberikan kerusakan total pada komunitas tersebut. sehingga dalam komunitas tersebut sebenarnya masih ada kehidupan (Maknun, 2017). Proses perubahan yang terjadi pada suksesi sekunder misalnya kerusakan ekosistem atau suatu kondisi awal habitatnya. Ekosistem tersebut mengalami gangguan seperti kebakaran, banjir ataupun tangan manusia. Contohnya seperti tegalan-tegalan, padang alang-alang, semak belukar bekas ladang atau kebun yang ditinggal (Ardhana, 2015).

Suksesi sekunder berasal hanya dari suatu kerusakan ekosistem secara tidak menyeluruh atau tidak total kerusakannya. Contoh suksesi sekunder seperti pada daerah pertanian, setelah terjadi panen. Contoh lain misalnya pada daerah hutan akibat terjadinya pohon tumbang. Pada suksesi sekunder dapat bersifat satu arah atau juga siklik (perubahan suksesi).



Gambar 8.2. Suksesi Sekunder
(Sumber: Wytnisky (2023))

8.3 Faktor yang Mempengaruhi Suksesi

Faktor pendukung dan faktor pembatas dapat mempengaruhi proses suksesi. Faktor pendukung dapat mendukung berlangsungnya proses suksesi. Jika berlangsungnya proses yang bergantung pada beberapa faktor, maka faktor yang terkecil merupakan faktor penentu. Hukum ini disebut *hukum minimum* atau *hukum minimum Liebig*. Misalnya jika faktor-faktor seperti, suhu, sir, dan keadaan tanah dalam keadaan cukup kecuali cahaya, maka proses fotosintesis tidak dapat berlangsung, jadi faktor cahaya merupakan faktor pembatas. Tergangguaya proses fotosintesis dapat menghambat perkembangan suatu komunitas (Dwidjoseputro, 1990). Keanekaragaman vegetasi yang tumbuh pada suatu daerah mempunyai perbedaan vegetasi karena di pengaruhi oleh iklim, letak ketinggian suatu tempat serta berbagai faktor lingkungan yang dapat mepengaruhi pertumbuhan tumbuhan (Istomo & Ari, 2021).

Menurut Jayadi (2015) kecepatan proses suksesi dipengaruhi faktor lingkungan :

- Kondisi banyaknya seutau komunitas asal yang rusak karena gangguan.

- b. Berbagai tumbuhan tumbuh yang terdapat di sekitar komunitas yang terganggu.
- c. Kehadiran hewan lain yang membantu dalam menyebarkan benih (serangga, burung, hewan-hewan lainnya).
- d. Kondisi iklim, curah hujan, arah serta kecepatan angin yang berperan dalam penyebaran biji-bijian, berbagai jenis spora, dan benih.
- e. Kuantitas jenis-jenis substrat baru yang terbentuk.
- f. Kondisi tumbuhan, misalnya sifat tumbuhan sekitar yang mempengaruhi tempat terjadinya suksesi

Suksesi tidak hanya terjadi di daratan, tetapi juga terjadi di daerah perairan misalnya di danau dan rawa. Danau dan rawa yang telah tua akan mengalami pendangkalan oleh tanah yang terbawa aliran air.

8.4 Tahapan Suksesi

Menurut Jayadi (2015), tahapan suksesi terdiri dari:

- a. *Nudasi*, kondisi awal terjadinya pertumbuhan pada lahan kosong atau lahan terbuka.
- b. *Migrasi*, kondisi adanya berbagai jenis biji, spora dan lain-lainnya.
- c. *Ecesis*, kondisi Ketika biji-bijian, spora dan lain-lain mulai tumbuh.
- d. *Reaksi*, kondisi yang terjadi Ketika sudah terbentuk sebuah kompetisi yang terjadi dengan tumbuhan yang telah tumbuh dan berkembang dengan kondisi habitat tempatnya tumbuh.
- e. *Stabilisasi* kondisi saat populasi mencapai titik keseimbangan, mulai bisa beradaptasi dengan kondisi sekitar.

Suksesi ekologi adalah konsep dasar dalam ekologi, yang sebagai bidang mengkaji struktur dan dinamika komunitas biologis. Saat ini, konsep suksesi ekologis terus dipelajari dari sudut pandang baru karena manusia memodifikasi lingkungan global lebih dari sebelumnya. Karena nuansa baru telah

ditambahkan ke teori asli, muncul wawasan yang berharga bagi manusia yang tertarik untuk mengelola sumber daya alam. Misalnya, studi terbaru menunjukkan bahwa bahkan dalam komunitas "klimaks", perubahan sumber daya yang tersedia dapat menggeser keseimbangan komposisi spesies dari waktu ke waktu, bahkan tanpa gangguan formal. Pekerjaan lain telah meneliti dampak hilangnya keanekaragaman hayati, spesies invasif, perubahan iklim dan faktor antropogenik lainnya dalam mengubah cara ekosistem merespons perubahan.

Ketika spesies asli punah atau menjadi langka, spesies baru memasuki ekosistem, dan garis dasar iklim bergeser, komunitas yang pernah mendominasi ekosistem mungkin lebih kecil kemungkinannya untuk kembali setelah gangguan. Namun, mempelajari suksesi juga dapat memberikan wawasan berharga bagi ahli ekologi dan pengelola satwa liar yang tertarik untuk memulihkan sistem alami tersebut: melalui pengelolaan yang cermat seperti pembakaran terkendali atau pengendalian spesies invasif, masyarakat dapat membantu komunitas ekologi tetap kuat (Witynski, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhana, I Putu Gede. 2015. *Ekologi Tumbuhan*. Denpasar: Udayana University Press.
- Arrafisena, Farijzal. 2021. *Fenomena Suksesi Ekologi Hutan Alami di Bekas Letusan Krakatau*. <https://wanaswara.com/>
- Barbour & Michael G. 1987. *Terrestrial Plant Ecology*. California. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc.
- Dwidjoseputro, D. 1990. *Ekologi: Manusia dengan Lingkungannya*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Handzico, Rio Christy & Slamet Suyanto. 2015. *Pengembangan Video Pembelajaran Suksesi Ekosistem Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Dan Penguasaan Konsep Mahasiswa Biologi*. Jurnal Inovasi Pendidikan IPA. Volume 1 Nomor 2.
- Istomo & Ari. 2021. Komposisi Dan Struktur Vegetasi Pada Proses Suksesi Di Hutan Rawa Gambut Sedahan Taman Nasional Gunung Palung. Jurnal Silvikultur Tropika. Vol 12, No.3.
- Jayadi, Edi M. 2015. *Ekologi Tumbuhan*. Mataram: Institut Agama Islam (IAIN) Mataram.
- Maknun Djohar. 2017. *Ekologi: Populasi, Komunitas, Ekosistem*. Cirebon: Nurjati Press.
- Odum, Eugene, P. 1996. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press (*terjemahan*)
- Sher, Anna A & manuel C. Molles JR. 2022. *Ecology Concept & Applications*. New York. Published by Mc Graw Hill.
- Witynski, Max. 2023. *Ecological, Succesions, Explained*. <https://news.uchicago.edu/>. University of Chicago Office of Communications.

BAB 9

EKOSISTEM TERESTRIAL

9.1 Pendahuluan

Bumi merupakan bagian dari tata surya yang didiami makhluk hidup, lingkungan dan komponen-komponen penyusunnya yang membentuk suatu ekosistem. Ekosistem atau sistem ekologi adalah perantara pertukaran bahan-bahan antara bagian yang hidup dan tidak hidup didalam sistem sehingga terbentuk suatu tatanan secara utuh dan menyeluruh antara semua unsur lngkungan hidup dan saling mempengaruhi. Menurut Soemarwoto (1983), ekosistem adalah konsep sentral dalam ekologi karena ekosistem (sistem ekologi) terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Selanjutnya ditambhkan oleh Odum (1993) bahwa ekosistem adalah seperangkat unit fungsional dalam suatu ekologi yang didalamnya tercakup organisme dan lingkungan. Lingkungan yang dimaksud adalah lingkungan biotik dan abiotik yang keduanya saling mempengaruhi. Lingkungan biotik berisi komponen yang berhubungan dengan variabel penyusun suatu organisme, contohnya komponen biologi yaitu manusia, tumbuhan, hewan, bakteri dan jamur. Sedangkan lingkungan abiotik berisi variabel penyusun ekosistem abiotik antara lain air, tanah, udara, suhu, cahaya dan sinar matahari.

Secara umum ada tiga tipe ekosistem yaitu ekosistem air (akuatik), ekosistem darat (terestrial) dan ekosistem buatan. Berikut adalah penjelasan tentang ekosistem darat (terestrial)

9.2 Ekosistem Terrestrial

Ekosistem terrestrial (darat) sebagian besar lingkungan fisiknya berbentuk daratan yang luas dan habitat yang disebut *bioma*. Bioma sangat dipengaruhi oleh iklim, letak geografis, garis lintang dan letak permukaan laut. Pola ekosistem dapat berubah akibat gangguan seperti petir, kebakaran, bencana alam atau akibat aktivitas manusia. Dalam ekosistem terrestrial, kategori utama bentuk kehidupan antara lain burung (*aves*) dengan lebih dari 8.000 spesies, mamalia sekitar 4.000 spesies dan serangga dengan 900.000 spesies. Kategori tanaman berbunga (*magnoliophyta*) dengan sekitar 275.000 spesies, lumut sekitar 24.000 spesies dan runjung sekitar 500 spesies.

9.3 Jenis-jenis Ekosistem Terrestrial

Pada ekosistem terrestrial (darat) terdapat enam tipe bioma, yaitu bioma hutan musim, bioma padang rumput, bioma gurun, bioma tundra, bioma taiga dan bioma hutan hujan tropik.

9.3.1 Bioma Hutan Musim

Bioma hutan musim sering disebut dengan bioma hutan gugur. Tipe bioma ini umumnya terdapat pada daerah yang mengalami empat musim yaitu panas, dingin, semi dan gugur dengan curah hujan yang merata sepanjang tahun. Pertumbuhan pohon di hutan ini tidak serapat dan seberagam seperti bioma lainnya. bioma ini terletak antara 30° – 40° garis lintang utara dan garis lintang selatan dibagian timur, ujung selatan Amerika, Asia Tengah, Asia Timur seperti negara Cina, Korea dan Jepang, Eropa bagian tengah serta Australia (Totok Gunawan dkk, 2004).



Gambar 9.1. Bioma Hutan Gugur
(Sumber : Literasi hutan tropis dan lingkungannya)

Selain terdapat pada negara-negara dengan empat musim, ciri lain dari bioma ini adalah ; memiliki curah hujan 750 mm-1.000 mm/tahun, masing-masing musim rata-rata berlangsung selama tiga bulan saja, tumbuhan yang ada pada musim sedang akan menggugurkan daun pada musim dingin, sedangkan yang berada pada iklim tropis menggugurkan daun pada musim panas. Jenis tumbuhan yang hidup pada bioma ini seperti bunga sakura, pohon oak, pohon maple, pohon jati, pohon pinus, pohon cemara, palem, pakis dan eucalyptus, sedangkan hewan-hewan yang mendominasi antara lain racoon, babi hutan, harimau, rusa, panda, tupai, singa gunung, musang (Zid dkk, 2018)

Keberadaan bioma hutan gugur pada ekosistem terestrial memiliki beberapa manfaat antara lain ; sebagai penghasil kayu dan hasil hutan lainnya; mampu menjaga kesuburan tanah; merupakan penghasil oksigen; menjadi tempat mempertahankan keanekaragaman hayati dan dapat berfungsi sebagai pengatur tata air dan banyak manfaat lainnya.

9.3.2 Bioma Padang Rumput

Bioma padang rumput berbentuk semi gurun yang ditumbuhi rumput dan semak tanpa ditumbuhi pepohonan. Bioma ini terbentuk didaerah dengan curah hujan berkisar 25 cm - 30 cm/tahun, sehingga tidak memungkinkan terbentuk hutan. Ciri-ciri lain dari bioma ini adalah ; (1) memiliki suhu berkisar 19 °c sampai 30 °c ketika musim panas dan suhu 12°c hingga 20°c ketika musim dingin; (2) mengalami evaporasi yang tinggi; (3) kelembaban udara bioma ini sangat rendah; (4) memiliki tanah yang tandus dengan porositas yang rendah; (5) pohon yang khas seperti akasia. Bioma ini terdapat di Afrika, Amerika Serikat bagian barat, Australia, Argentina hingga Nusa Tenggara Timur (Indonesia). Tumbuhan utama yang hidup di bioma ini adalah terna (*herbs*) dan rumput dengan mencapai ketinggian tiga meter misalnya rumput *Bluestem* dan kacang *Sorghastrum*. Vegetasi rumput yang mendominasi bioma ini mengakibatkan daerah ini banyak didiami oleh binatang pemakan rumput seperti zebra, bison, jerapah dll. Selain itu terdapat juga hewan pemangsa seperti singa, anjing liar,, srigala dan lain-lain.



Gambar 9.2. Bioma Padang Rumput
(Sumber : ilmugeografi.com)

Menurut Hartono (2009), bioma padang rumput terbagi menjadi dua yaitu stepa dan prairi. Stepa yaitu suatu wilayah yang ditumbuhi oleh rumput-rumputan pendek, sedangkan prairi adalah wilayah padang rumput tinggi di Amerika Utara yang didominasi oleh jenis rumput *Indian grasses*, di Argentina disebut *Pampa* dan di Hongaria disebut *Puszt*a. Berdasarkan vegetasi, jenis bioma padang rumput dibedakan menjadi dua yaitu padang rumput hijau yang memiliki rumput lebat dan hijau dan berada ditempat sejuk dan sering turun hujan; dan padang rumput kering yang terdapat didaerah panas seperti Afrika dengan musim kemarau yang panjang sehingga rumput kering dan berwarna kecokelatan.

9.3.3 Bioma Gurun

Bioma gurun terdiri dari pasir dan bebatuan dengan populasi tumbuhan yang sedikit dan curah hujan yang rendah dan penguapan yang tinggi. Bioma gurun adalah ekosistem darat yang didominasi oleh flora dan fauna tertentu dan ditandai dengan lingkungan yang beriklim kering karena curah hujan yang sangat sedikit. Bioma ini hanya menerima hujan satu kali dalam setahun sehingga tumbuhan dan hewan yang mampu bertahan hidup sangat sedikit saja. Gurun terbesar di dunia adalah gurun Sahara di Afrika Utara, sedangkan lainnya tersebar di jazirah Arab seperti Arab Saudi, Peru, Australia, Mongolia, Pakistan dan Turkistan (Hajrah, 2019).

Bioma gurun tersusun atas komponen abiotik dan biotik yang saling mempengaruhi satu sama lainnya. Komponen abiotik pada bioma gurun antara lain suhu, tanah dan air; sedangkan komponen biotik diantaranya tumbuhan, hewan, pengurai. Beberapa ciri yang dimiliki bioma gurun adalah ; (1) curah hujan rendah berkisar 25 mm/tahun, (2) penguapan yang tinggi, (3) kelembaban rendah, (4) suhu pada siang dan malam sangat berbeda jauh pada siang hari 45 °c dan malam 0°c, tanah

pasir sangat tandus, (5) tingkat pemindahan tinggi dan penyebaran biasanya di tengah benua.



Gambar 9.3. Bioma Gurun
(Sumber : ilmugeografi.com)

Tumbuhan yang hidup di bioma gurun bersifat *xerofit* atau memiliki duri dan tidak berdaun sehingga mampu beradaptasi dengan daerah kering, sedangkan fauna pada yang hidup adalah binatang yang berukuran besar. Jenis tumbuhan pada bioma gurun adalah kaktus, sukulen, pohon kurma dan semak beracun. Hewan pada bioma gurun aktif sepanjang waktu hanya yang mampu menyimpan cadangan air misalnya unta. Aktivitas fauna dilakukan pada malam hari sedangkan pada siang hari membuat lubang dan bersembunyi didalamnya (Zid dkk, 2018).



Gambar 9.4. Flora dan Fauna Bioma Gurun
(Sumber : blog.ruangguru.com)

Tabel 9.1 Penyebaran Gurun di Permukaan Bumi

No	Benua	Gurun
1	Amerika	Atacama, Great Basin, Mojave, Sonoran
2	Afrika	Kalahari, Namib, Sahara, Ogaden
3	Australia	Victoria besar, Sandy besar, Simpson
4	Asia	Gobi, Arabi, Thor

Sumber: wikipedia.org

Berdasarkan perwujudannya, terdapat dua jenis bioma gurun yaitu gurun panas-kering (*hotlaris dessert*) dan gurun dingin (*cold/ice dessert*). Bioma gurun panas-kering terdapat di daerah iklim sub tropik yang didominasi oleh gurun pasir dengan suhu rata-rata yang tinggi dan curah hujan rendah (kurang dari 25 mm/tahun) serta penguapan tinggi. Flora yang hidup memiliki ciri-ciri akar yang sangat panjang, daun kecil tebal atau bahkan tidak berdaun, batang relatif tebal dan bagian tubuhnya seringkali berduri contohnya tanaman kaktus dan semak berduri. Jenis gurun adalah gurun Sahara, gurun Kalahri, Ogaden.

Bioma gurun dingin identik dengan daerah tundra yang beriklim dingin yang bagian permukaannya selalu ditutupi oleh salju serta memiliki jenis flora yang didominasi oleh lumut dan semak. Wilayah bioma gurun dingin antara lain Alaska, Kanada bagian utara, Siberia, Greenland dan Tierre del Fuego (Tanah Api) di ujung Amerika Selatan.

Bioma gurun dapat juga dibedakan berdasarkan curah hujan dan tingkat kekeringan antara lain; gurun sangat kering, dimana bulan kering selama 12 bulan tanpa adanya hujan; gurun kering yaitu gurun yang memiliki curah hujan kurang dari 250

mm/tahun; dan gurun setengah kering, yaitu gurun dengan curah hujan 250 mm – 500 mm/tahun. Bioma gurun dapat menciptakan beberapa fenomena menakjubkan antara lain gurun terluas di benua Asia, gurun pasir terbesar di dunia dan gurun terluas di dunia.

9.3.4 Bioma Tundra

Bioma tundra adalah ekosistem yang terbentuk akibat tidak terjangkaunya matahari sehingga suhu lingkungan rendah dalam jangka waktu yang lama. Ciri-ciri dari bioma tundra antara lain; (1) hampir semua wilayah tertutup salju/es, memiliki suhu dingin yang panjang sehingga tidak ada pohon yang tumbuh, (2) tanah dibawah permukaan beku permanen, (3) bioma ini menutupi luas yang sangat besar, di Artik mencapai 20% dari permukaan bumi, (4) musim tanam berkisar 50-60 hari dengan suhu rata-rata 3°C sampai 12°C, (5) pertumbuhan tanaman di musim panas hanya berlangsung selama 3 bulan dan pada umumnya terdapat fauna khas yaitu *muskox* dan rusa kutub (Zid dkk, 2018). Bioma tundra terletak di wilayah bumi sebelah utara (lingkar artik) dan ditemukan juga dekat antartika dan puncak gunung yang tinggi (Horobin dkk, 2012).



Gambar 9.5. Bioma Tundra
(Sumber : idntimes.com)

Flora yang mendiami bioma tundra berumur sangat pendek diantaranya lumut terutama *sphagnum* dan lumut kerak. Warna bunga yang tumbuh biasanya mencolok. Pada beberapa daerah tertentu ditumbuhi rumput teki, rumput kapas dan gundukan gambut. Daerah yang agak kering ditumbuhi lumut, teki-teki, tumbuhan *ericeceae* dan beberapa tumbuhan berdaun lebar. Sedangkan lumut kerak dan alga tumbuh pada lereng-lereng berbatu (Jayadi dkk, 2015).



Gambar 9.6. Flora Fauna Bioma Tundra
(Sumber : idntimes.com)

Pada bioma tundra tidak terdapat pohon, hal ini dikarenakan musim panas yang pendek sehingga pohon sulit untuk tumbuh lebih besar. Alasan lainnya adalah karena angin yang cukup kuat sehingga pohon-pohon besar mengalami kerusakan. Faktor lain yang mempengaruhi adalah lapisan es yang tebal membuat akar tanaman susah untuk menembus tanah. Fauna yang hidup antara lain rusa, kelinci salju, hewan-hewan pengerat, bison kutub (*muscox*), rusa kutub (*reinder*), penguin, singa laut, rubah, tupai, kelinci salju, beruang kutub, paus beluga, burung hantu dan paus narwhal.

Bioma tundra dibedakan atas dua macam yaitu tundra arktik dan tundra alpin. Tundra arktik terbentuk sejak 10.000 tahun yang lalu dan merupakan termuda didunia, terletak diantara kutub utara dan hutan konifera (bioma taiga). Vegetasi

pada tundra arktik mampu melawan cuaca dingin, terdapat 1.700 jenis tanaman didalamnya adalah semak rendah, *sedges*, lumut rusa, rumput, *crustise*, *foliose* lumut dan 400 varietas bunga. Sedangkan tundra alpine terletak pada pegunungan dengan ketinggian tinggi dan dingin. Vegetasi tundra alpin didominasi oleh rumput alang-alang, perdu, lumut daun dan *liche*. Beberapa dampak positif dari keberadaan bioma tundra adalah sebagai penghasil ikan salmon terbesar dunia dan habitat bagi paus beluga dan paus narwhal.

9.3.5 Bioma Taiga

Bioma taiga terletak pada wilayah iklim subtropik yang membentuk suatu ekosistem dalam hutan dengan jenis tumbuhan yang spesifik misalnya hutan pinus, *conifer* atau tumbuhan lainnya. Bioma ini menempati wilayah mulai dari perbatasan bioma tundra sampai 800 km ke sebelah selatan. Ciri-ciri dari bioma taiga antara lain ; (1) jenis tumbuhan himigen dengan bentuk daun seperti jarum dan berlapis lilin yang berfungsi untuk pertahanan saat kekeringan,(2) pada musim panas tanaman hanya mengalami pertumbuhan sekitar 3-6 bulan,(3) saat musim salju terjadi hujan salju yang lebat, (4) pada musim dingin permukaan tanah hutan tertutup es akibat turunnya salju dengan ketinggian mencapai 2 meter,(5) suhu musim panas -7°C sampai 21°C dan musim dingin berkisar -54°C sampai -1°C, (6) tumbuhan yang hidup pada bioma taiga memiliki warna daun hijau sekalipun saat musim dingin tanaman tertutup es, dan (7) jenis tumbuhan yang hidup hanya terdiri dari dua atau tiga jenis.



Gambar 9.7. Bioma Taiga
(Sumber : gurugeografi.id)

Flora yang mendiami bioma taiga adalah jenis tumbuhan *konifer* seperti pohon pinus, cemara, aspen, alder, betula dan juniper. Selain itu bioma ini ditumbuhi lumut kerak serta lumut pada permukaan tanah (Jayadi, 2015). Selain flora terdapat fauna yang mendiami bioma taiga. Hewan yang mendiami bioma taiga adalah hewan yang mampu beradaptasi dengan mengubah warna bulu. Ketika musim berubah misalnya saat musim dingin saat salju turun terdapat beberapa hewan yang akan mengubah warna sesuai warna salju contohnya kelinci salju. Hal dilakukan untuk mempertahankan diri terhadap pemangsa serta menyimpan panas pada suhu yang rendah. Jenis hewan lain adalah beruang (*grizily*), tupai, gagak hitam, kucing salju, burung-burung yang bermigrasi, rusa kutub dan srigala (Zid dkk, 2018).

Keberadaan bioma taiga memberikan beberapa manfaat bagi makhluk hidup disekitar dan lingkungan. Beberapa manfaat dari bioma taiga adalah ; (1) merupakan daerah penghasil kayu untuk kepentingan industri kertas, (2) vegetasi dalam bioma berperan dalam mempertahankan kesuburan tanah, (3) mencegah erosi dan mempertahankan keanekaragaman hayati, dan (4) penghasil oksigen dan tata air.



Gambar 9.7. Bioma Taiga
(Sumber : quipper.com)

9.3.6 Bioma Hutan Hujan Tropik

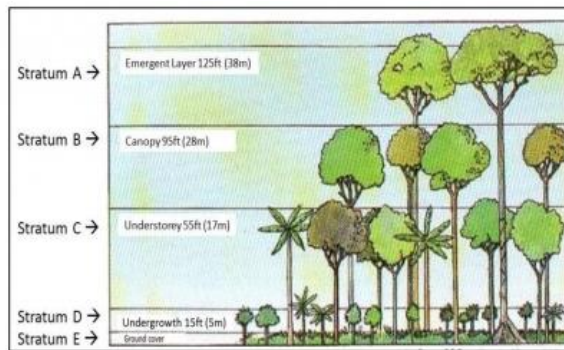
Bioma hutan hujan tropika sering ditulis bioma hutan hujan tropis adalah bioma yang terbentuk pada daerah khatulistiwa. Daerah ini memiliki dua musim yaitu musim penghujan dan musim panas yang terjadi sepanjang tahun. Karena musim yang tidak terlalu ekstrim, menyebabkan flora dan fauna mudah untuk beradaptasi. Diperkirakan jumlah flora yang mendiami bioma ini mencapai 3.000 spesies.



Gambar 9.8. Bioma Hutan Hujan Tropik
(Sumber : geologinesia.com)

Keadaan iklim hutan bioma ini dikategorikan hutan dengan iklim yang selalu basah dan tanah kering di daratan dan selalu hijau. Curah hujan tahunan berkisar 1.750 mm sampai 2.000 mm/tahun sedangkan suhu rata-rata bulanan diatas 18°C sepanjang tahun (Woodward, 2008).

Bioma hutan hujan tropik berada pada dataran rendah hingga ketinggian 1.200 mdpl dengan kondisi tanah yang relatif subur, kering dan tidak memiliki musim kering yang nyata (Whitmore, 1984). Bioma hutan hujan tropis dapat dikenali dengan beberapa ciri-ciri antara lain ; (1) memiliki kelembaban yang tinggi akibat curah hujan yang tinggi. Air hujan yang melimpah sebagian tersimpan dalam tanah dan terikat oleh akar tanaman ; (2) terdapat genangan pada permukaan tanah yang menjadi tempat hidup biota hutan ; (3) iklim yang mendukung pertumbuhan tanaman mengakibatkan bioma ini memiliki pohon dengan ketinggian 50 meter dan lebat ; (4) bioma hutan ini memiliki vegetasi tanaman yang berlapis mulai dari strata A sampai E. Strata vegetasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 9.8. Strata Vegetasi Bioma Hutan Hujan Tropis
(Sumber : kompasiana.com)

(5) vegetasi bioma hutan hujan tropis mampu memperbaiki diri terhadap jenis kerusakan misalnya tumbang karena terpaan angin; (6) pohon memiliki daun yang lebat dan hijau sepanjang tahun; (7) terdapat berbagai macam flora dan fauna; (8) pohon yang memiliki kayu awet dan kuat (Hajrah, 2019).

Jenis fauna yang umumnya hidup di bioma hutan hujan tropik yaitu jenis mamalia, reptil, burung, amfibi dan serangga (Subagyo dkk, 2019). Flora yang ditemukan adalah jenis yang

menempel pada tumbuhan (epifit), jamur (cendawan), lumur, anggrek, *bromelia* dan rotan. Di bumi terdapat tiga zona utama dari bioma hutan hujan tropis yaitu zona Amerika Selatan, zona Asia Tenggara dan zona Afrika. Pembagian zona dan negara yang termasuk dalam zona dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 9.2 Pembagian Zona Utama Bioma Hutan Hujan Tropik

No	Zona	Negara
1	Amerika Selatan	Veracruz, Karibia, Sungai Orinoko bagian Selatan, Basin Amazon, Andes, Ekuador, Peru
2	Asia Tenggara	Indonesia, Myanmar, Papua Nugini, India Barat Daya, Queensland, Burma, Melanesia, Thailand, Kamboja, Taiwan, Cina Selatan, Hainan, Taiwan
3	Afrika	Basin Zaire, Dahomey, Sierra Leone, Madagaskar
4	Asia	Gobi, Arabi, Thor

Sumber: (Whitmore, 1984 & Zid dkk, 2018)

Bioma hutan hujan tropik di Indonesia dapat dijumpai di Jawa Tengah, Jawa Barat, Sumatera, Kalimantan, Sebagian Sulawesi, Maluku dan Papua. Keberadaan hutan hujan tropik memiliki peran yang sangat penting tak hanya bidang ekonomi namun juga berfungsi sebagai penyangga lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan Sukwadjono, Mas Sukoco, Agus Sudarsono, H. Soewandi. 2004. *Fakta dan Konsep Geografi*. Jakarta : Gameca Exact.
- Horobin dan Stamps, Wendy dan Caroline. 2012. *Ensiklopedia Mengenal Sains : Geografi*. Jakarta : PT. Aku Bisa. Hlm 52.
- Hartono. 2007. *Geografi Jelajah Bumi Dan Alam Semesta*. Bandung : Citra Praya.
- Hajrah. 2019. *Flora dan Fauna di Indonesia dan Dunia*. Direktorat Pembinaan SMA-Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.
- <https://ilmugeografi.com/biogeografi/bioma-yang-khas-di-daerah-subtropis>
- <https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/ekosistem-darat/attachment/hutan-gugur>
- <https://www.ruangguru.com/blog/mengenal-macam-macam-bioma>
- <https://www.geologinesia.com/2018/05/ciri-ciri-hutan-hujan-tropis.html>
- <https://www.kompasiana.com/mhmmdrzsetiawan/62492dc65a74dc43c43be252/stratifikasi-vegetasi-hutan>
- Jayadi, Edi Muhammad. 2015. *Ekologi Tumbuhan*. Mataram. Institut Agama Islam Negeri (IAN) Mataram
- Subagiyo, dkk. 2019. *Literasi Hutan Tropis Dan Lingkungannya*. Mulawarman, Samarinda.
- Subagyo, dkk. 2019. *Literasi Hutan Hujan Tropis Lembab dan Lingkungannya (PDF)*. Samarinda. Mulawarman Zid., 2014. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: Penerbit pustaka.
- White T. C. 1084. *Tropical Rain Forest of the Far East*. Clarendon Press, London. Pp. 155
- Woodward, S. *Tropical broadleaf Evergreen Forest: The rainforest*. Diarsipkan 2008-02-25 di Wayback Machine. Retrieved on 2008-03-14.
- Zid, M., dan Hardi, O. S. 2018. *Biogeografi*. Pdf. Jakarta Timur. PT. Aksara. Hlm 10.

BAB 10

EKOSISTEM PANTAI

10.1 Karakteristik Ekosistem Pantai Secara Umum

Ekosistem pesisir merupakan perairan semi tertutup tempat bertemunya air tawar dan air laut. Ekosistem pantai merupakan area di kawasan pesisir dimana perairannya masih terpengaruh oleh aktivitas dari daratan dan lautan. Pantai memiliki garis pembatas sebagai pemisah antara zona daratan dan lautan atau disebut sebagai garis pantai, dengan posisi garis pantai yang dapat berpindah-pindah sesuai dengan kondisi pasang surut air laut dan erosi yang terjadi di perairan. Posisi pantai berada diantara garis pasang tertinggi dan surut terendah.

Ekosistem pantai umumnya dipenuhi jenis-jenis tumbuhan perintis yang memiliki ciri sebagai berikut: Memiliki sistem perakaran yang mampu menancap dalam sehingga tetap kuat terhadap gempuran ombak dan gelombang, dapat mentoleransi kadar garam yang tinggi, memiliki suhu tanah dan perairan yang tinggi, embusan angin kuat, serta menghasilkan buah yang dapat terapung.

Menurut Nybakken (1992) dalam Dahuri (2003), secara morfologi pantai-pantai di Indonesia dibedakan menjadi beberapa tipe:

1. Pantai terjal berbatu, umumnya terletak di perairan tektonik aktif yang sering tidak stabil akibat proses geologi, seperti pergerakan tanah secara vertikal.

2. Pantai landai dan datar, terletak pada area yang stabil karena tidak terjadi proses geologi. Pantai ini memiliki substrat berlumpur halus. Pada lokasi ini umumnya ditumbuhi oleh vegetasi mangrove.
3. Pantai dengan bukit pasir, yang terbentuk akibat pergerakan angin yang sangat tinggi sehingga mengakumulasi sedimen di tebing yang membentuk bukit pasir. Kondisi ini ditambah dengan peningkatan gelombang besar dan arus pantai (*long shore current*) yang menyuplai sedimen dari area di sekitarnya. Perubahan terjadi secara cepat dan terjadi di daerah yang kering. Hanya sedikit sekali tanaman yang dapat hidup pada area ini.
4. Pantai beralur, merupakan pantai yang terbentuk karena pengaruh gelombang sebagai faktor yang utama. Proses penutupan vegetasi terjadi secara cepat sehingga sedimen dari erosi angin menghambat penumpukan sedimen pada zona atas.
5. Pantai lurus pada daerah pantai yang landai, dengan sedimen lumpur hingga pasir kasar. Pantai ini merupakan pantai awal dari pantai bukit pasir dan beralur, terutama dipengaruhi perubahan suplai sedimen, kondisi angin, serta kondisi kering. Pantai berpasir terbatas pada area dengan gerakan air yang dapat mengangkut dan menggerakkan partikel yang ringan.
6. Pantai berbatu, tersusun dari serangkaian bebatuan keras dengan daerah paling padat mikroorganisme dan memiliki keragaman spesies tumbuhan maupun hewan yang tinggi.
7. Pantai yang terbentuk oleh erosi, akibat adanya pengendapan sedimen yang terbawa arus dan aliran sungai. Pantai ini dapat mengalami perubahan luasan pada setiap musim akibat proses alami maupun aktivitas manusia.

10.2 Tipe-Tipe Vegetasi Pantai

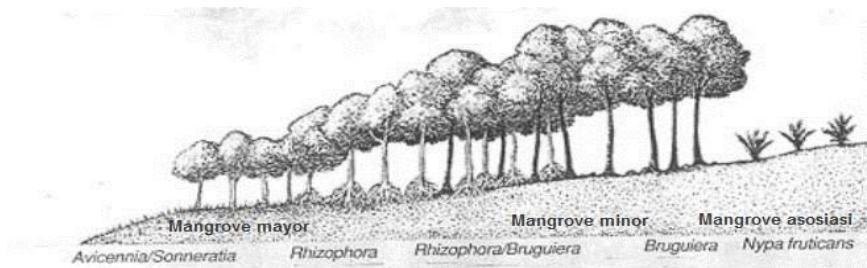
10.2.1 Mangrove

Mangrove merupakan komunitas tanaman pantai tropik yang didominasi oleh spesies-spesies pohon hingga semak-semak yang khas, dan memiliki kemampuan untuk hidup pada area dengan kadar salinitas yang tinggi. Tanaman mangrove sering dikenal sebagai hutan bakau, meskipun merujuk kepada spesies *Rhizophora* spp. yang berada pada zonasi terdepan ekosistem pantai dan berhadapan langsung dengan perairan laut. Terdapat sekurangnya 101 spesies mangrove di Asia Tenggara, yang meliputi jenis pohon sebanyak 45 jenis, semak 5 jenis, rumput 9 jenis, epifit 29 jenis, serta parasit 3 jenis.

Daur hidup dan pola penyebaran mangrove dimulai dari beberapa batang propagul (biji kecambah pohon mangrove) jatuh di air dan terapung di laut kemudian tersangkut di tepian pantai yang tenang. Saat menyentuh dasar pantai dan menemukan substrat yang sesuai, akar mangrove tumbuh dan berkembang daunnya sehingga tumbuh menjadi individu baru (Rangkuti *et al*, 2017).

10.2.2 Zonasi Mangrove

Mangrove secara umum terbagi ke dalam tiga kategori utama, yang dibedakan berdasarkan kemampuan adaptasi terhadap kadar garam, pasang surut, hingga gelombang pantai yang tinggi (Dharmawan dan Pramudji, 2014).



Gambar 10.1. Zonasi Mangrove

1. Mangrove Mayor

Memiliki kemampuan adaptasi morfologi seperti akar udara serta kemampuan fisiologis khusus untuk mengeluarkan garam dari tubuhnya. Tanaman ini memiliki bentuk yang berbeda dengan tanaman darat secara taksonomi, terutama memiliki bentuk akar yang khas yang menonjol diatas tanah. Umumnya memiliki diameter yang tinggi, tegakan tinggi, kerapatan rendah, serta persentase tutupan kanopi yang tinggi. Beberapa contoh mangrove mayor diantaranya adalah *Rhizophora* spp., *Avicennia* sp., *Sonneratia* sp., dan *Bruguiera* sp.

2. Mangrove Minor

Mangrove minor merupakan tanaman pantai yang juga memiliki kemampuan adaptasi morfologi dan kemampuan pengeluaran garam dari tubuh dengan lokasi yang agak jauh dari garis pantai. Umumnya, mangrove minor tumbuh pada substrat berlumpur yang lebih terpengaruh oleh pasang surut air laut dibandingkan gelombang. Tahan terhadap salinitas tinggi namun memiliki ukuran pohon sedikit lebih kecil dibandingkan mangrove mayor, dengan tutupan kanopi yang tinggi dan tegakan lebih pendek. Contoh mangrove minor diantaranya adalah: *Ceriops* spp., *Lumnitzera* sp., dan *Bruguiera cylindrica*.

3. Mangrove Asosiasi, merupakan kelompok tumbuhan yang tidak pernah tumbuh dalam komunitas mangrove sejati namun hidup bersama dengan tumbuhan darat. Tanaman-tanaman ini tumbuh dan berkembang di daerah pasang surut yang toleran terhadap salinitas diatas nol. Oleh karena itu, contoh tanaman-tanaman yang masuk ke dalam mangrove asosiasi bervariasi, dari mangrove utama (memiliki bentuk akar, buah, dan bunga yang cenderung berbeda dengan tanaman daratan) dan mangrove ikutan. Terdiri dari bentuk pohon, semak, palm, rumput, parasit, hingga epifit. Mangrove asosiasi termasuk vegetasipantai yang hidupnya tidak

dipengaruhi pasang surut namun masih sedikit terpengaruhi oleh kondisi salinitas yang asin. Mangrove asosiasi memiliki keragaman tertinggi diantara keseluruhan jenis mangrove yang ada di Indonesia. Contoh mangrove asosiasi diantaranya: *Nypa fruticans*, *Excoecaria agallocha* L., *Terminalia catappa*, dan *Acanthus ilicifolius*.

10.2.3 Karakteristik Vegetasi Mangrove

1. Tipe akar mangrove

Sistem perakaran mangrove berfungsi untuk membantu tumbuhan mangrove bernafas dan tetap tegak berdiri. Beberapa contoh perakaran mangrove adalah sebagai berikut.

- a. Akar tunjang (*Stillroot*), berbentuk seperti ceker ayam yang keluar dari batang dan tumbuh ke dalam substrat. Fungsi akar penyangga untuk menahan pohon tetap berdiri saat diterjang gelombang. Hidup pada substrat pasir atau rawa-rawa di pinggir sungai. Contoh: *Rhizophora* spp.
- b. Akar nafas (*Pneumatophore*), merupakan akar yang muncul dari dalam tanah dengan bentuk seperti pensil. Fungsi akar untuk mengambil udara secara langsung dari udara, hidup di tepi pantai dengan substrat pasir atau lumpur.
- c. Akar papan/banir (*Buttress*), memiliki bentuk akar seperti papan, pipih, dan sangat keras. Umumnya dimiliki mangrove yang hidup dekat dengan daratan. Contoh: *Ceriops* sp. dan *Xylocarpus* sp.
- d. Akar lutut (*Knee root*), berbentuk seperti lutut dan menjalar. Akar lutut tumbuh ke permukaan substrat lalu

melengkung dan menuju substrat kembali. Contoh: *Bruguiera* sp.

- e. Sistem perakaran mangrove tidak hanya untuk menyerap air namun juga untuk mencegah masuknya garam melalui saringan yang terdapat pada akar. Mangrove dapat mengurangi kadar garam di dalam tubuhnya dengan menyimpan garam pada daun yang lebih tua, sehingga konsentrasi garam pada daun lebih tua cenderung lebih tinggi.

2. Daun Mangrove

Selain berfungsi sebagai tempat fotosintesis, daun mangrove juga mengalami modifikasi dapat membatasi hilangnya uap air serta menyimpan kadar garam yang tinggi. Bentuk modifikasi daun mangrove diantaranya adalah memiliki lapisan lilin, kutikula yang tebal, serta stomata tersembunyi yang hanya ada pada permukaan apaksial beberapa jenis tanaman, seperti *Sonneratia* sp., *Lumnitzera* sp., dan *Laguncularia* spp. Beberapa contoh bentuk daun mangrove diantaranya adalah:

- a. Lanceolate: Bentuk daun langsing memanjang dan cenderung meruncing
- b. Elliptical: Bentuk daun melebar dibagian tengahnya
- c. Oval: Bentuk daun hampir bulat dan melebar
- d. Obovate: Bentuk daun seperti telur, kerucut pada pangkal dan melebar
- e. Cordate: Bentuk daun waru, lebar pada pangkal dan mengerucut

Sistem perakaran mangrove tidak hanya untuk menyerap air namun juga untuk mencegah masuknya garam melalui saringan yang terdapat pada akar. Mangrove dapat mengurangi kadar garam di dalam tubuhnya dengan

menyimpan garam pada daun yang lebih tua, sehingga konsentrasi garam pada daun lebih tua cenderung lebih tinggi.

3. Tipe buah dan bunga mangrove

Beberapa tipe mangrove memiliki bentuk buah yang bermacam-macam. *Rhizophora* dan *Bruguiera* menghasilkan buah berbentuk silinder panjang. *Avicennia* memiliki bentuk buah seperti kacang. *Xylocarpus* dan *Sonneratia* memiliki bentuk buah bulat. Selain itu, ada tipe buah mangrove vivipar dan kriptovivipar.

Beberapa genus mangrove dapat dibedakan dengan mengamati karakteristik bunga, meliputi warna, bentuk, susunan bunga, serta lokasi bunga (ujung tangkai atau pada ketiak tangkai).

10.2.4 Peranan Ekosistem Mangrove

Mangrove memiliki fungsi fisik dan ekologis yang beraneka ragam, seperti:

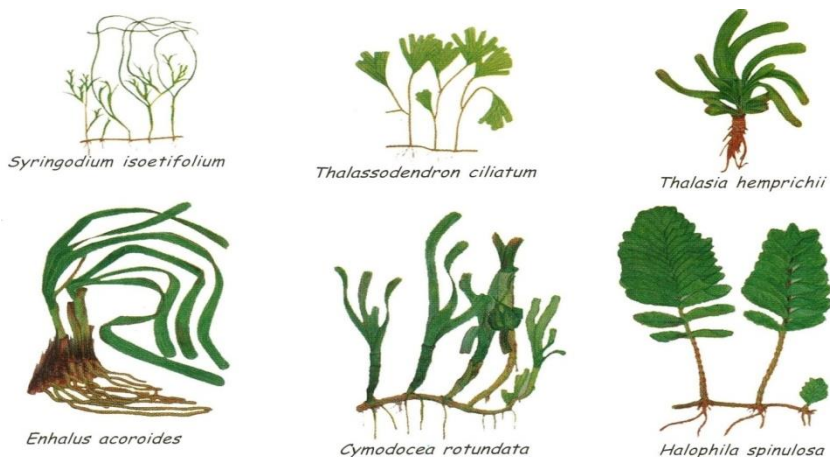
1. Perlindungan pantai utama. Mangrove merupakan *barrier* utama dari gempuran gelombang, angin, badai, hingga tsunami yang akan memasuki daratan. Mangrove juga dapat mengikat sedimen yang terlarut dari sungai maupun perairan laut sehingga mencegah abrasi pantai dan melindungi garis pantai agar tetap stabil. Mangrove juga berperan penting sebagai perangkap zat pencemar dan limbah serta pengolah limbah organik. Mangrove juga berperan menekan laju intrusi air laut ke arah daratan.
2. Perlindungan kesehatan. Alih fungsi mangrove menjadi tambak maupun area lain menyebabkan biota mangrove kehilangan tempat tinggalnya. Penelitian Anwar & Gunawan (2006) menyebutkan peningkatan nyamuk *Anopheles* sp.,

salah satu vektor penyakit malaria seiring dengan peningkatan areal pertambakan perikanan. Alih fungsi mangrove juga menyebabkan hilangnya mayoritas kepiting di Banyuurip, Ujungpangkah (Safitri *et al*, 2022) sehingga perlu dilakukan reboisasi. Penelitian lain yang dilakukan Anwar & Gunawan (2008) menyebutkan tambak perikanan tanpa mangrove mengandung logam berat merkuri (Hg) 16 kali lebih tinggi daripada mangrove alami dan 14 kali lebih tinggi daripada tambak yang masih memiliki mangrove (silvofishery).

3. Sebagai habitat, tempat asuhan, tempat mencari makan pada berbagai biota laut. Mangrove berperan penting dalam siklus ikan, udang, dan moluska. Mangrove juga menyediakan perlindungan sekaligus makanan bagi biota-biota tersebut sehingga mempertahankan rantai makanan. Mangrove berasosiasi dengan berbagai biota perairan, seperti Gastropoda, Krustasea, ikan, mamalia, burung pantai, lebah madu, reptil dan amfibi.
4. Sebagai produsen primer dan pemasok bahan organik. Mangrove menyediakan serasah yang dapat dikonsumsi berbagai biota laut. Ekosistem mangrove dianggap merupakan ekosistem paling produktif diantara ekosistem pesisir lainnya. Produktivitas mangrove dapat mencapai 5.000 g-C/m²/th. Menurut Sukardjo (2002), mangrove di Indonesia memiliki produktivitas serasah mencapai 20.50 – 29.35 ton/ha/tahun untuk menyuplai makanan bagi komunitas laut melalui rantai makanan detritus.

10.3 Lamun

Lamun (*seagrass*) merupakan satu-satunya tanaman berbunga (*angiospermae*) yang hidup terendam dalam laut. Lamun memiliki daun, batang, dan akar sejati serta hidup mengelompok di suatu daerah melalui penyebaran buah (*propagul*) secara seksual. Lamun dapat tumbuh secara masif pada berbagai substrat, seperti pasir, pecahan karang, bebatuan, hingga algae. Lamun dapat hidup pada perairan jernih dan dangkal pada kedalaman 1-12 meter dengan kondisi sirkulasi air yang baik. Namun, lamun dapat hidup hingga kedalaman 90 meter, selama kondisi lingkungan memenuhi syarat hidup tanaman tersebut.



Gambar 10.2. Contoh spesies lamun di perairan pantai

Lamun hidup pada zonasi yang khas; pada area dekat daratan ditumbuhi jenis lamun yang memiliki daun panjang, semakin ke laut jenis lamun yang tumbuh memiliki daun yang pendek. Lamun dikenal berbentuk hamparan luas berupa padang lamun (*seagrass bed*), yang umumnya ada pada pantai dengan kedalaman dangkal, yang terdiri dari satu atau lebih jenis lamun dengan kerapatan jarang—padat.

Menurut Den Hartog (1970), karakteristik ekosistem lamun diantaranya adalah:

1. Berada pada perairan pantai dangkal, dengan substrat pasir/lumpur;
2. Terdapat pada batas terendah daerah pasang surut dekat dengan area terumbu karang maupun mangrove;
3. Mayoritas lamun dapat hidup hingga kedalaman 30 meter di perairan terlindung dengan arus yang tenang;
4. Seperti tanaman lainnya, lamun sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan.
5. Dapat melaksanakan proses metabolisme secara optimal saat seluruh tubuhnya terendam air;
6. Memiliki sistem perakaran yang berkembang baik.

Hingga saat ini, sekitar lebih dari 55 spesies lamun telah teridentifikasi, dengan spesies dominan yang ditemukan diantaranya masuk ke dalam famili Hydrocharitaceae dan Cymodoceaceae/Potamogetonaceae. Sebagian besar lamun berumah dua, yaitu memiliki alat perkembangbiakan berbeda dalam satu tanaman. Perkembangbiakan lamun melalui penyerbukan dalam air (*hydrophillous pollination*).

10.3.1 Zonasi dan Komunitas Lamun

Lamun memiliki dua tipe vegetasi sebagai suatu komunitas, yaitu vegetasi monospesifik (terdiri dari satu spesies tunggal, tumbuh dengan lebat membentuk padang yang luas atau dalam bentuk sporadis) dan vegetasi campuran (Terdiri dari beberapa spesies). Spesies lamun yang membentuk vegetasi monospesifik diantaranya adalah *Cymodocea serrulata*, *Enhalus acoroides*, *Halophila uninervis*, *Halophila ovalis*, *Thalassia hemprichii*, dan *Thalassodendron ciliatum* (Rangkuti et al, 2017).

Pengaruh pasang surut, kedalaman air, serta struktur substrat mempengaruhi pertumbuhan dan zonasi mangrove. Spesies yang sama dapat tumbuh pada lingkungan yang berbeda dan menunjukkan bentuk pertumbuhan berbeda pula.

Penyesuaian morfologi dilakukan oleh lamun dalam berbagai bentuk, seperti memiliki sistem akar rimpang yang meluas sehingga dapat bertahan terhadap gempuran ombak, memiliki tubuh yang lentur, serta daun seperti rumput. Lamun yang hidup pada perairan dengan intensitas pemanasan lebih tinggi umumnya memiliki adaptasi morfologi berupa varietas lamun berdaun kecil. Contoh keragaman morfologi lamun menurut Rangkuti *et al* (2017) diantaranya:

1. *Cymodocea serrulata* (Lamun bergigi), varian morfologik dibedakan dengan ada tidaknya cabang-cabang berdaun yang panjang, tipe sedimen dan banyaknya tumbuh-tumbuhan yang tenggelam, atau oleh persaingan dan kepadatan.
2. *Enhalus acoroides* (lamun tropika), memiliki bentuk adaptasi; berdaun tipis dan tumbuh jarang pada terumbu karang dangkal perairan terbuka atau tumbuh panjang berdaun tebal terdiri dari beragam populasi padat yang hidup di perairan lebih dalam dan terlindung.
3. *Halophila ovalis* (lamun sendok), memiliki lima daun (ekomorf) dengan ukuran dan bentuk yang beragam.
4. *Halodule pinifolia* (lamun benang), memiliki tiga modifikasi bentuk daun yang berbeda (sempit, lebar, atau antara keduanya), sebagai respons perubahan zat hara di perairan setempat.
5. *Halodule minor* (Lamun sendok kecil), memiliki varietas dengan kisaran toleransi kecil terhadap fluktuasi pasang surut, suhu, curah hujan, dan durasi siang (pemanasan matahari), serta varietas yang memiliki toleransi lebar terhadap faktor-faktor tersebut. Varietas tipe pertama

umumnya berdaun sempit dan tipis, bersifat musiman dan tumbuh jarang, serta hidup pada area pasut terumbu karang terbuka. Sedangkan tipe kedua tumbuh sepanjang tahun dengan daun tebal dan lebar yang hidup di area surut terendah dari suatu perairan terlindung.

Zonasi lamun di perairan pesisir menurut kedalaman digolongkan sebagai berikut (Hutomo, 2010):

1. Lamun yang hidup di area dangkal dan terbuka saat air surut, seperti *Halodule pinifolia*.
2. Lamun yang hidup di area pasang surut, contohnya *Thalassia hemprichii*
3. Lamun yang tumbuh di perairan dalam dan selalu terendam air, seperti *Thalassmodendrom ciliatum*.

10.3.2 Peranan Ekosistem Lamun

Padang lamun memiliki beragam fungsi ekologis yang sangat penting bagi perairan (Romimohtarto dan Juwana, 2009), diantaranya:

1. Sebagai produsen primer. Lamun menyediakan serasah mengendap yang dapat dikonsumsi fauna benthik, sedangkan partikel serasah daun pada kolom air dikonsumsi organisme *filter feeder* yang nantinya menjadi mangsa biota karnivora seperti ikan. Laju produksi lamun berbeda-beda setiap jenisnya, dengan kisaran antara 15-1500 gram berat kering/m²/tahun. Selain itu, lamun juga memiliki kemampuan produktivitas primer yang tinggi. Jenis lamun *Zostera*, *Thalassia*, dan *Posidonia* menyumbang 1-20% produksi primer di esturia Australia. Pada perairan tropis dan subtropis yang didominasi *Syringodium*, dapat menyumbang 47-75% produksi primernya ke luar ekosistem lamun.

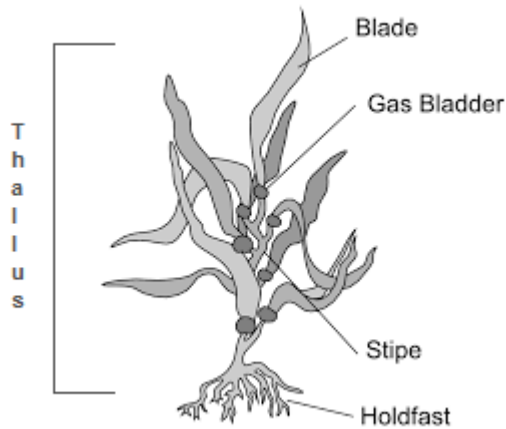
2. Mendaaur zat hara. Akar dari tanaman lamun dapat mengambil fosfat dan zat hara lain dari lingkungan di sekitarnya sehingga dapat dimanfaatkan secara potensial oleh epifit yang menempel pada lamun. Ekosistem lamun juga berperan terhadap produktivitas terumbu karang. Serasah lamun membantu meningkatkan kelimpahan zooplankton dan fitoplankton di perairan terumbu karang, sehingga organisme karang dan *filter feeder* dapat mengonsumsi plankton-plankton tersebut.
3. Sebagai habitat biota. Lamun yang ada pada berbagai kedalaman perairan memberikan tempat perlindungan sekaligus tempat menempel berbagai hewan dan tumbuh-tumbuhan. Umumnya, terdapat beberapa organisme epifit seperti Amphipoda, Polichaeta, Bivalvia, dan Gastropoda. Ditemukan pula Echinodermata serta 117 tanaman makroalga asosiasi.
4. Sebagai daerah asuhan, pemijahan, serta mencari makanan. Umumnya ikan dan hewan karnivora lainnya mencari makanan pada malam hari, terutama ikan-ikan nokturnal.
5. Sebagai penangkap sedimen. Vegetasi mangrove yang rapat dan lebat menyebabkan gerakan arus dan gelombang menjadi lebih lambat sehingga mangrove dapat berperan untuk mencegah erosi dan menangkap sedimen, terutama pada bagian rhizoma dan akar daun.
6. Sebagai makanan ikan dan biota dilindungi. Pada perairan tropis, energi disalurkan melalui ikan herbivora dan mamalia laut, berbeda dengan perairan subtropis dan ughari yang hampir seluruhnya disalurkan melalui invertebrata. Beberapa hewan pemakan lamun sejati seperti duyung (*Dugong dugon*) dan penyu hijau (*Chelonia mydas*) merupakan hewan yang dilindungi, sehingga keberadaan hewan-hewan ini sangat ditentukan oleh keberadaan lamun, seperti *Halodule*,

Halophila, dan *Syringodium* di perairan laut. Lamun juga menentukan keberadaan dan kelimpahan biota-biota khas lain, seperti kepala kambing (*Cassis cornuta*), keong lola (*Trochus niloticus*), dan kuda laut (*Hippocampus*).

10.4 Rumput Laut

Secara ilmiah, rumput laut dikenal dengan istilah ganggang atau makroalga, yang merupakan tumbuhan berklorofil. Rumput laut merupakan tanaman yang bukan merupakan tanaman tingkat rendah (Thallophyta) karena tidak memiliki akar, batang, dan daun sejati. Fungsi ini digantikan oleh thallus (Agustang *et al*, 2021). Rumput laut tinggal di area intertidal yang merupakan daerah pantai dekat pasang surut dan masih dipengaruhi *runoff* dari daratan dan perairan laut, bersama-sama dengan organisme intertidal lainnya, seperti lamun dan terumbu karang.

Secara umum bagian-bagian rumput laut terdiri dari *holdfast* yang berfungsi untuk menempel pada substrat; *blade* berupa struktur menyerupai daun yang memiliki gelembung udara (*gas bladder*) agar rumput laut tetap tegak terhadap pergerakan gelombang di perairan laut, serta *stipe* yang menyerupai batang pada tanaman tingkat tinggi. Rumput laut hidup menempel pada substrat (bagian *holdfast*) seperti karang mati, pasir, maupun lumpur.



Gambar 10.3. Bagian tubuh rumput laut

Meskipun tidak termasuk ke dalam tumbuhan sejati, rumput laut masih merupakan tumbuhan karena memiliki klorofil untuk berfotosintesis. Karakteristiknya sebagai tumbuhan menyebabkan rumput laut tetap harus hidup pada kedalaman tertentu yang masih dapat dijangkau cahaya matahari untuk proses fotosintesisnya (Stevie dan Wipranata, 2021).

Secara umum, rumput laut digolongkan menjadi empat kelas, yang pengelompokannya dilakukan berdasarkan dominasi pigmen didalamnya (Suparmi dan Sahri, 2009):

1. Rumput laut merah (*Rhodophyceae*), kelompok yang memiliki jumlah jenis terbanyak, hingga 6000 spesies. Selulosa merupakan zat penyusun dinding sel, dimana tersebar dari perairan payau hingga pantai. Bentuk thallus pada rumput laut merah bervariasi antar spesies, yang disebabkan perbedaan komposisi pigmen klorofil a, d, serta fikobiliprotein. Pigmen utama dari rumput laut ini adalah fikoeritrin. Alga merah memiliki kemampuan adaptasi

kromatis yang menyesuaikan warna thallus berdasarkan penerimaan kualitas pencahayaan. Contoh rumput laut merah adalah *Kappaphycus alvarezii*, *Gelidium* sp., *Chondrococcus hornemannii*, dan *Gracilaria* sp.

2. Rumput laut hijau (Chlorophyceae), merupakan jenis rumput laut yang memiliki thallus berwarna merah dengan bentuk bulat, batang, maupun lembaran yang keras, lunak, maupun *siphonous*, uniseluler atau multiseluler. Rumput laut hijau merupakan jenis alga yang memiliki komposisi pigmen yang hampir sama dengan tumbuhan tingkat tinggi. Kelompok alga hijau memiliki pigmen fotosintetik klorofil a dan b yang melimpah (Merdekawati dan Susanto, 2009). Selain itu, terdapat pigmen tambahan berupa karotenoid dan pikobiliprotein. Memiliki zat penyusun dinding sel kalsium karbonat, selulosa, serta menghasilkan produk fotosintesis berupa agar, porpiran, karaginan, dan filcellaran. Mayoritas hidup di perairan pantai-laut dan sebagian kecil di air payau. Contoh rumput laut hijau adalah *Ulva lactuca* dan *Caulerpa* spp.
3. Rumput laut coklat (Phaeophyta), memiliki thallus dengan pigmen utama fikosianin. Bentuk bervariasi dengan warna coklat. Berbeda dengan rumput laut jenis yang lain, warna coklat tidak hilang meskipun setelah dikeringkan. Berbentuk bulatan (*Sargassum duplicatum*), lembaran (*Padina australis*), dan batangan (*Dictyota bartayresiana*). Selain fikosianin, rumput laut juga mengandung pigmen fotosintetik klorofil a, c, karoten dan fukosantin. Memiliki zat penyusun dinding sel asam alginat serta keseluruhan tanaman hidup di perairan pantai atau laut dalam. Contoh: *Sargassum* sp., *Padina* sp., dan *Fucus* sp.
4. Rumput laut pirang (*Chrusophyta*), memiliki pigmen utama karoten dan zantofil. Jenis rumput laut ini memiliki zat

penyusun dinding sel silikon dengan habitat di perairan pantai hingga air tawar.

Peranan Rumput Laut

Rumput laut memiliki peran ekologis dalam ekosistem pantai sebagai berikut (Handayani, 2019):

1. Sebagai produsen primer dalam rantai makanan, yang memiliki pigmen fotosintetik dan menyediakan makanan dengan bantuan nutrisi air laut maupun sinar matahari.
2. Sebagai sumber pangan bagi biota laut melalui rantai makanan. Pemangsa utama rumput laut diantaranya adalah Gastropoda, Pisces, dan Echinoidea.
3. Sebagai tempat perlindungan dan pengasuhan biota laut; biota laut yang tumbuh dan berada di sekitar rumpun rumput laut umumnya merupakan biota yang memangsanya, sehingga secara tidak langsung rumput laut menjadi sumber makanan sekaligus habitat pengasuhan biota-biota tersebut.
4. Sebagai penyerap karbon, yang pada umumnya penyerapan ini tidak hanya pada rumput laut alami namun juga yang dibudidayakan. *Porphyra*, *Palmaria*, *Ascophyllum*, *Fucus*, dan *Sargassum* memiliki laju fotosintesis dan produktivitas yang tinggi, yaitu lebih dari 3000 gC/m²/th.

10.5 Hutan Pantai

Vegetasi-vegetasi yang telah disebutkan diatas umumnya tumbuh pada substrat berlumpur atau berpasir dan tergenang dengan air laut. Selain itu, terdapat ekosistem hutan pantai yang cenderung tumbuh pada habitat pantai berpasir, memiliki kerikil, maupun berbatu. Tipe ekosistem hutan pantai sering ditemui pada daerah tepi pantai kering dengan substrat tanah berbatu atau berpasir dan berada diatas garis pasang tertinggi. Habitatnya jarang tergenang air laut namun sering terkena angin

kencang yang mengandung garam (Kotta dan Banunaek, 2021). Menggunakan penginderaan jauh, hutan pantai sering disalahpahami sebagai mangrove, padahal jenis vegetasi hutan pantai tidak dapat ditanam di area hutan mangrove yang cenderung berlumpur (kecuali mangrove asosiasi), begitupun sebaliknya. Beberapa spesies yang ditemukan diantaranya adalah *Calophyllum inophyllum*, *Hernandia peltata*, *Barringtonia asiatica*, serta *Terminalia catappa*.

Pada area pantai tertentu di Indonesia ditemui *sand dunes* atau gumuk pasir, dengan bentang alam yang unik, kondisi lebih kering, serta tutupan vegetasi yang berpencar-pencar. Gumuk pasir terbentuk karena jumlah pasir yang diendapkan ke laut konstan dan bertambah secara terus menerus ke suatu daratan. Pantai umumnya landai dan luas dan memiliki gelombang laut serta arus yang kuat sehingga dapat menghempaskan pasir ke daratan dari laut (Wahyuningsih *et al*, 2017). Ciri khas tanaman pada vegetasi ini adalah adanya tanaman rumput angin (*Spinifex* sp) dan cemara laut (*Casuarina equisetifolia*) yang lebih kerdil. Selain itu, ditemukan pula tanaman *Hibiscus tiliaceus*, *Colotropis gigantea*, *Spermacoce verticillata*, *Spinifex littoreus*, *Canavalia rosea*, *Digitaria* sp., serta *Pandanus tectorius*. Formasi gumuk pasir dapat ditemukan di Pantai Parangtritis Yogyakarta, pantai utara Madura, pantai selatan Jawa antara Lumajang dan Puger, serta Pulau Seram Maluku (Syafitri *et al*, 2019).

10.5.1 Formasi Vegetasi Hutan Pantai



Gambar 10.4. *Ipomoea pescaprae* (kiri) dan *Barringtonia asiatica* (kanan), mewakili formasi utama vegetasi hutan pantai

Terdapat dua formasi utama pada vegetasi hutan pantai, yaitu *Pescaprae* dan *Barringtonia*.

1. Formasi *Pescaprae*. Formasi ini terbentuk oleh tumpukan pasir yang volumenya meningkat di sepanjang pantai. Spesies yang dominan pada formasi ini adalah *Ipomoea pescaprae*, merupakan herba menjalar dengan akar yang dapat mengikat pasir. Selain itu, terdapat beberapa tumbuhan minoritas lainnya yang tumbuh pada formasi ini, seperti *Cyperus* sp., *Canavalia abtusiofolia*, *Euphorbia atoto*, *Fimbristylis sericea*, *Launaca sarmontasa*, *Ipomoea carnosae*, *Ipomoea littoralis*, *Ipomoea denticulata*, *Ishaemum muticum*, serta *Thuarea involuta*.
2. Formasi *Barringtonia*, yang memiliki tumbuhan dominan *Barringtonia* sp. Dikenal sebagai ekosistem utama hutan pantai. Beberapa tumbuhan penyusun ekosistem pada formasi ini lebih beragam dan didominasi pepohonan dengan diameter tinggi, seperti: *Casuarina equisetifolia*, *Hibiscus tiliaceus*, *Cocos nucifera*, *Heritiera littoralis*, *Amorphophallus campanulatus* BL, *Morinda citrifolia*, *Pongamia pinnata*,

Pemphis acidula, Borassus flabellifer, Calophyllum inophyllum, serta Caesalpinia bonducela.

10.5.2 Peranan Ekosistem Hutan Pantai

Fungsi ekologis ekosistem hutan pantai diantaranya adalah:

1. Mencegah intrusi air laut, menahan angin, arus, dan gelombang
2. Mencegah abrasi pantai
3. Membantu penyerapan karbon.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustang, Mulyani, S., Indrrawati, E. 2021. Budidaya Rumput Laut Potensi Perairan Kabupaten Sinjai Sulawesi Selatan. Gowa: CV. Berkah Utami
- Anwar, C., dan Gunawan, H. 2006. Peranan Ekologis dan Sosial Ekonomis Hutan Mangrove dalam Mendukung Pembangunan Wilayah Pesisir. *Prosiding Ekspos Hasil-Hasil Penelitian*.
- Anwar, C., dan Gunawan, H. 2008. Kualitas Perairan dan Kandungan Merkuri (Hg) dalam Ikan Pada Tambak Empang Parit di Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan Ciasem-Pamanukan, Kesatuan Pemangkuan Hutan Purwakarta, Kabupaten Subang, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 5(1): 1-10.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Den Hartog, C. 1970. *Seagrass of the World*. London: Holland Publishing Company
- Dharmawan, IWE., dan Pramudji. 2014. Panduan Monitoring Status Ekosistem Mangrove. Jakarta: LIPI
- Handayani, T. 2019. Peranan Ekologi Makroalga Bagi Ekosistem Laut. *Oseana*. 44(1): 1-14.
- Hutomo, M. 2010. Panduan Kajian Kondisi Padang Lamun. Makalah disampaikan pada Lokakarya Pembahasan Revisi PP No 19/Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Perusakan Laut. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta
- Kotta, H., dan Banunaek, Z. 2021. Kajian Morfologi, Karakteristik dan Kondisi Lingkungan Gumuk Pasir Pantai Oetune, Kecamatan Kualin Kabupaten Timor Tengah Selatan,

- Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana*. 15(2): 5-9.
- Merdekawati, W., dan Susanto, AB. 2009. Kandungan dan Komposisi Pigmen Rumput Laut serta Potensinya untuk Kesehatan. *Squalen*. 4(2): 41-47.
- Rangkuti, AM., Cordova MR., Rahmawati A., Yulma, dan Adimu, HE. 2017. Ekosistem Pesisir dan Laut Indonesia. Jakarta: Bumi Aksara
- Romimohtarto, K., dan Juwana, S. 2009. Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut – Cetakan Keempat. Jakarta: Djambatan
- Safitri, NM., Aminin., dan Firmani, U. 2022. Studi Kesesuaian Lahan untuk Pengembangan Silvofishery Kepiting Bakau di Area Mangrove Banyuurip, Ujung Pangkah, Gresik. *BEST Journal*. 5(2): 278-283.
- Syafitri, D., Indriyanto, dan Setiawan, A. 2019. Populasi Tumbuhan Penyusun Hutan Pantai di Pantai Pulau Condong Lampung Selatan. *Jurnal Hutan Tropis*. 7(3): 302-309.
- Stevie, dan Wipranata, D. 2021. Fasilitas Pemanfaatan Rumput Laut di Laut Wula, Nusa Tenggara Timur. 3(2): 2951-2964.
- Sukardjo, S. 2002. Integrated Coastal Zone Management (ICZM) in Indonesia: A view from Mangrove Ecopologist. *Journal of Southeast Asian Studies*. 40(2): 200-218.
- Suparmi, dan Sahri, A. 2009. Mengenal Potensi Rumput Laut: Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut Dari Aspek Industri dan Kesehatan. *Sultan Agung*. XLIV(118): 95-116
- Wahyuningsih, DS., Ibrahim, F., Putra, MD., Krismanti, AR., Avicenna, I., et al. 2017. Mengenal Kawasan Pesisir dan Gumuk Pasir Parangtritis Lebih Dekat. Bogor: BIG

BIODATA PENULIS



Rezki, S.Si., M.Si..

Dosen Program Studi Biologi
Fakultas Sains Dan Teknologi

Penulis lahir di Enrekang Tanggal 16 Oktober 1993. Penulis adalah Dosen tetap pada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sibatokkong Mambo. Menyelesaikan pendidikan S1 pada jurusan Biologi Sains di Universitas Negeri Makassar dan melanjutkan S2 pada Jurusan Biologi di IPB University. Penulis menekuni bidang Biologi Sains.

BIODATA PENULIS



Muliana GH, S.Pd., M.Pd.

Dosen Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas FMIPA UNM

Muliana GH S. Pd., M. Pd, lahir di Ujung Pandang, 6 Oktober 1991. Pernah belajar di Jurusan Biologi program studi pendidikan biologi di UNM, lulus tahun 2013. Setahun kemudian melanjutkan studi magister pendidikan biologi di universitas yang sama dan lulus tahun 2016. Sehari-hari aktif bekerja sebagai dosen tetap di UNM, sebagai ibu rumah tangga, juga aktif melakukan penelitian-penelitian dan menulis. Tulisan penulis dalam bentuk buku yang telah terbit tahun 2022 yaitu buku “Tentang Kaktus”, “Tentang Aglaonema”, BC “Kewirausahaan Biologi” juga BC “Anatomi Tumbuhan”.

BIODATA PENULIS



I Wayan Suanda

Penulis kelahiran 31 Desember 1965 di Kelurahan Pedungan, Kecamatan Denpasar Selatan Kota Denpasar-Bali (80222) bernama: I Wayan Suanda. Jenjang pendidikan dasar dan menengah sampai perguruan tinggi ditempuh di Bali yaitu: SD (1972-1978); SMP (1978-1981); SMPP 32 Denpasar (SMA Negeri 5 Denpasar) tahun 1981- 1984. Pendidikan Tinggi S1 Pendidikan Biologi (1985-1990); S1 Pertanian, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (1989-1993); Program Pascasarjana S2 Jurusan Bioteknologi Pertanian Universitas Udayana, Bali (1999-2002) dan Program Doktor (S3) tahun 2012-2017 di Program Studi Ilmu Pertanian, Konsentrasi Sumber Daya Hayati (SDH) di Universitas Udayana, Bali. Penulis mulai mengajar di SMP, SMA, SMK di Kota Denpasar dari tahun 1986-2012 dan Dosen PNS Kopertis Wil. VIII (sekarang LLDIKTI) Wil. VIII tahun 1991 yang dipekerjakan pertama kali di Universitas Katolik Widya Mandira Kupang dan akhirnya tahun 1993 direkomendasi di IKIP PGRI Bali yang sekarang menjadi Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, di Denpasar-Bali. Penulis ditempatkan (*homepage*) di Program Studi Pendidikan Biologi dan pernah menduduki jabatan di PT yaitu: Kaprodi Pendidikan Biologi (1995-1999); PD III FPMIPA (1999-2003); Kaprodi Pendidikan Biologi (2003-2011); Dekan FPMIPA (2011-2015) dan sebagai Ketua Badan Penjamin Mutu (BPM) di tingkat institusi (2015-2020) dan beberapa jabatan organisasi di luar kampus. Penulis pernah memenangkan beberapa kali hibah penelitian dan pengabdian

dari Perguruan Tinggi, Pemda dan Kementerian, termasuk hibah dari BRIN tahun 2020. Penulis hingga kini mengajar di Prodi Pendidikan Biologi FKIP Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, di Denpasar-Bali. Penulis fokus dalam riset dan menulis artikel ilmiah, Modul/Diktat mengajar serta beberapa produk Pupuk Organik, Pestisida Organik dan pengelolaan sumber daya hayati (SDH) termasuk produk Hasil Fermentasi, serta menjadi Asesor Nasional BKD.

Penulis juga menghasilkan buku ber ISBN berjudul: “Pertanian Berkelanjutan, Sebuah Pendekatan Konsep dan Praktis”, terbit Juli 2020

(<https://drive.google.com/file/d/13MOryloskcY-b-W8ZhMX3X1zSunsJPDX/view?usp=sharing>).

Penulis Buku berjudul: “Manisnya Brotowali (*Tinospora crispa* L. Mier) sebagai Fitofarmasida”. Buku ber ISBN terbit bulan Juli 2021.

(https://drive.google.com/folderview?id=14LFZTSDwsgqORvHx0phf_Z6NFo6TUBz-).

Penulis Buku: Stroberi Sehat “Petik Langsung” Trend Agrowisata.

Buku ber ISBN. Terbit 16 Februari 2023

(<https://globaleksekutifteknologi.co.id/stroberi-sehat-petik-langsung-trend-agrowisata/>)

Buku BIOLOGI DASAR untuk Perguruan Tinggi ISBN: 978-623-8051-54-0 Terbit: Nopember 2022

https://drive.google.com/file/d/1XtpXSWLFe2JTV2vIYk-9zGANEOVQuJFU/view?usp=share_link

Buku PERLINDUNGAN TANAMAN ISBN: 978-623-198-115-8 Cetakan Pertama, Maret 2023.

<https://globaleksekutifteknologi.co.id/perlindungan-tanaman/>

BIODATA PENULIS



Murdaningsih

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Flores

Ketertarikan penulis terhadap Pertanian dimulai pada tahun 1988 yang mendorong penulis melanjutkan jenjang pendidikan pada SPP-SPMA Daerah Madiun yang lulus pada tahun 1991. Kemudian melanjutkan pendidikan ke Sekolah Tinggi Pertanian Tribhuwana Malang dan berhasil menyelesaikan studi S1 di Prodi Agronomi pada tahun 1996. Kemudian, penulis menyelesaikan studi S2 di Prodi Ilmu Tanaman pada Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang pada tahun 2002.

Penulis berkarir sebagai Dosen pada Fakultas Pertanian - Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang sejak tahun 1997 - 2008, selanjutnya menjadi Dosen pada Prodi Agroteknologi - Fakultas Pertanian - Universitas Flores sejak tahun 2009 - sekarang, dan memiliki kepakaran dibidang Pertanian dan Perkebunan, dalam menunjang karir sebagai dosen profesional, maka penulis pun aktif sebagai peneliti dan juga aktif menulis buku.

Email Penulis: murdaningsih11@gmail.com

BIODATA PENULIS



Josina Irene Brigetha Hutubessy,SP.,M.Si

Dosen Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Flores

Penulis lahir di Ambon tanggal 26 April 1976. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Flores. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Fakultas Pertanian Universitas Papua dan melanjutkan S2 pada Jurusan Lingkungan Universitas Udayana.

BIODATA PENULIS



Dr. Risjunardi Damanik, S.Pd., M.Pd.

Dosen Program Studi Pendidikan Biologi

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Simalungun

Lulus Sarjana Pendidikan Biologi (S1) Tahun 2011 dari Universitas Simalungun, Magister Pendidikan Biologi (S2) dari Universitas Negeri Medan (UNIMED), Doktor Ilmu Biologi (S3) dari Universitas Sumatera Utara (USU). Sejak tahun 2016 bekerja sebagai Dosen di Universitas Simalungun. Aktif menulis artikel yang diterbitkan pada Jurnal Nasional terakreditasi dan Jurnal Internasional terindeks Scopus.

BIODATA PENULIS



Jessica Elfani Bermuli, S.Pd., M.Si.

Dosen Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pelita Harapan

Jessica Elfani Bermuli lahir di Jakarta, pada 12 Agustus 1988. Penulis tercatat sebagai lulusan S1 Universitas Pelita Harapan di Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Pendidikan. Pada November tahun 2017, Penulis lulus dari Program Pascasarjana IPB, Program Studi Biologi Tumbuhan, dengan bidang peminatan Ekologi Tumbuhan. Saat ini penulis mengajar sebagai Dosen di Universitas Pelita Harapan, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Pendidikan sejak Januari 2018 hingga sekarang. Penulis telah menghasilkan beberapa jurnal ilmiah di bidang Biologi, salah satunya yaitu "*Population Structure of Hoya spp (Apocynaceae: Asclepiadoideae) at Bodogol Nature Conservation Education Center, Indonesia*" yang terbit pada 2019 di jurnal Biotropia.

BIODATA PENULIS



Novia Anugra

Penulis lahir di Kalosi 2 Juni 1991. Merupakan anak sulung dari tiga bersaudara pasangan (Alm.) Baharuddin dan Putira. Ikhsan Pahri dan Alfian adalah adik-adik hebatnya. Pendidikan dimulai pada jenjang sekolah dasar di SD Neg. 18 Kalosi (1997-2003). Kemudian melanjutkan pendidikan ke tingkat menengah pertama di SMP Neg. 3 Alla (2003-2006). Penulis meneruskan pendidikan ke tingkat menengah atas di SMA Neg. 1 Anggeraja (2006-2009). Semasa sekolah, penulis sudah tertarik dengan hal-ha yang terkait dengan ilmu alam. Oleh karena itu, melanjutkan ke bangku kuliah jurusan Pendidikan Biologi di Universitas Negeri Makassar (2009-2013). Kemudian melanjutkan Pendidikan S2 di kampus yang sama yaitu Universitas Negeri Makassar jurusan Pendidikan biologi (2016-2018). Sekarang, aktif menjadi tenaga pengajar di IAIN Parepare.

BIODATA PENULIS



Veronica L. Tuhumena, SP., M.Si.

Dosen Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan
Fakultas Pertanian Universitas Papua

Penulis lahir di Padang tanggal 01 Januari 1979. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Fakultas Pertanian, Universitas Papua. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Budidaya Pertanian dan melanjutkan S2 pada Program Studi Ilmu Tanaman. Penulis menekuni bidang menulis sejak tahun 2022.

Penulis memulai karirnya sebagai dosen tetap yayasan di Universitas Victory Sorong (2010-2012), Dosen tidak tetap di Universitas Muhammadiyah Sorong (2011-2012) dan menjadi Dosen program studi Budidaya Tanaman Perkebunan, Fakultas Pertanian Universitas Papua Manokwari (2012-sekarang).

Bidang kajian yang menjadi tanggungjawab penulis sebagai dosen adalah Bioteknologi, Budidaya Tanaman Perkebunan, Budidaya Tanaman Rempah dan Pemanis, Botani dan Taksonomi Tumbuhan, Kultur Jaringan Tanaman, Zat Pengatur Tumbuh dan Teknik Perbanyakan Tanaman.

BIODATA PENULIS



Nur Maulida Safitri, S.Kel., MP., M.Sc.

Dosen Program Studi Akuakultur,
Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik

Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya pada tahun 2014. Kemudian, penulis melanjutkan studi ke jenjang S2 *Double Degree* pada tahun 2015 dan mendapatkan gelar Magister Perikanan dari Universitas Brawijaya serta Master of Science di bidang bioteknologi dari National Pingtung University of Science and Technology pada tahun 2017.

Saat ini, penulis merupakan staf pengajar di Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik. Beberapa mata kuliah yang pernah diampu oleh penulis diantaranya adalah: Biologi Laut, Biokimia Perikanan, Bioteknologi Perikanan, Komoditas Unggulan Akuakultur (Rumput laut dan Kerang Hijau), serta Oseanografi.

Email: nur.maulida@umg.ac.id / nurmsafitri@gmail.com