

EKOLOGI TUMBUHAN SAGU (*Metroxylon* spp.)

Dr. Ir. Samin Botanri, M.P.
Dr. Marwanyani Kamsurya, S.P., M.P.

EKOLOGI TUMBUHAN **SAGU** *(Metroxylon spp.)*

Penulis:

Dr. Ir. Samin Botanri, M.P.
Dr. Marwanyani Kamsurya, S.P., M.P.



PENERBIT KBM INDONESIA

adalah penerbit dengan misi memudahkan proses penerbitan buku-buku penulis di tanah air Indonesia, serta menjadi media sharing proses penerbitan buku.

EKOLOGI TUMBUHAN SAGU (*Metroxylon spp.*)

Copyright @ 2026 Dr. Ir. Samin Botanri, M.P.,
dan Dr. Marwanyani Kamsurya, S.P., M.P.

All right reserved

Penulis

Dr. Ir. Samin Botanri, M.P.
Dr. Marwanyani Kamsurya, S.P., M.P.

Desain Sampul

Eca Art

Tata Letak

Ika Puji A.

Editor

Prof. Dr. Ir. Ibnul Qayim
Prof. Dr. Ir. Lilik Budi Prasetyo, M.Sc.
Prof. Dr. Tekat Dwi Cahyono, S.Hut., M.Si.
Background isi buku di ambil dari <https://www.freepik.com/>

Official

Depok, Sleman-Jogjakarta (Kantor)
Penerbit KBM Indonesia
Anggota IKAPI/No. IKAPI 279/JTI/2021
081357517526 (Tlpn/WA)

Website

<https://penerbitkbm.com>
www.penerbitbukumurah.com

Email

naskah@penerbitkbm.com

Distributor

<https://penerbitkbm.com/toko-buku/>

Youtube

Penerbit KBM Sastrabook

Instagram

@penerbit.kbmindonesia
@penerbitbukujogja

ISBN: 978-634-278-094-7

Cetakan ke-1, Februari 2026
15,5 x 23 cm, xii+249 halaman

Isi buku diluar tanggungjawab penerbit
Hak cipta merek KBM Indonesia sudah terdaftar di DJKI-Kemenkumham dan
isi buku dilindungi undang-undang.

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa seizin penerbit karena beresiko sengketa hukum

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

Undang-Undang No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

- i. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100. 000. 000 (seratus juta rupiah).
- ii. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500. 000. 000,00 (lima ratus juta rupiah).
- iii. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1. 000. 000. 000,00 (satu miliar rupiah).
- iv. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4. 000. 000. 000,00 (empat miliar rupiah)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT., Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku Ekologi Tumbuhan Sagu (*Metroxylon* spp.) ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Buku ini lahir dari kesadaran akan pentingnya tumbuhan sagu sebagai sumber daya hayati strategis, tidak hanya dalam konteks ketahanan pangan, tetapi juga dalam menjaga keseimbangan ekologi, keberlanjutan lingkungan, dan kearifan lokal masyarakat di wilayah tropis, khususnya di wilayah Indonesia Timur. Tumbuhan sagu merupakan salah satu spesies palm tropis yang memiliki peran ekologis penting. Keberadaannya berkaitan erat dengan sistem hidrologi lahan basah, konservasi sumberdaya lahan, penyimpanan karbon, serta sebagai habitat berbagai organisme flora dan fauna. Namun demikian, kajian komprehensif mengenai ekologi tumbuhan sagu masih relatif terbatas dalam berbagai publikasi ilmiah. Kondisi ini mendorong Penulis untuk menyusun buku yang dapat menyajikan pemahaman ekologis sagu secara utuh, sistematis, dan berbasis ilmiah.

Buku ini membahas berbagai aspek penting, meliputi karakteristik biologis dan ekologis tumbuhan sagu, distribusi dan habitat alaminya, adaptasi terhadap lingkungan lahan basah dan marginal, dinamika populasi, asosiasi vegetasi, interaksi sagu dengan komponen biotik dan abiotik ekosistem, serta kendala ekologis dalam pengembangan sagu. Penulis menyadari bahwa pemahaman ekologi tumbuhan sagu tidak hanya penting bagi kalangan akademisi dan peneliti, tetapi juga bagi

praktisi kehutanan dan pertanian, pengambil kebijakan, serta masyarakat luas yang hidup berdampingan dengan ekosistem sagu.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Apresiasi juga kami sampaikan kepada para peneliti terdahulu yang karya-karyanya menjadi landasan ilmiah penting dalam pengembangan isi buku ini. Kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan dan ruang untuk penyempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran konstruktif sangat kami harapkan guna meningkatkan kualitas dan manfaat buku ini di masa mendatang. Semoga buku ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan ilmu pengetahuan, konservasi sumber daya alam, serta pengelolaan ekosistem sagu secara berkelanjutan. Akhir kata, semoga buku ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi bagi semua pihak yang peduli terhadap kelestarian tumbuhan sagu dan ekosistemnya.

Ambon, 5 Januari 2026

Penulis

KATA PENGANTAR EDITOR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga buku berjudul Ekologi Tumbuhan Sagu (*Metroxylon* spp.) ini dapat diselesaikan dan hadir di tengah-tengah pembaca. Buku ini disusun sebagai upaya akademik dan ilmiah untuk memperkaya khazanah ilmu pengetahuan mengenai ekologi tumbuhan sagu, yang merupakan salah satu sumber daya hayati strategis di kawasan tropis, khususnya di Indonesia dan wilayah Asia Pasifik. Tumbuhan sagu dikenal sebagai tanaman multifungsi yang memiliki peran ekologis, sosial, budaya, dan ekonomi yang sangat penting. Dari perspektif ekologi, sagu berfungsi sebagai penyangga ekosistem rawa dan lahan basah, pengatur tata air, penyimpan karbon, serta habitat bagi berbagai organisme flora dan fauna. Kemampuan adaptasinya terhadap kondisi lahan marginal, tergenang, maupun tanah miskin hara menjadikan sagu sebagai komponen kunci dalam menjaga stabilitas ekosistem alami dan keberlanjutan sumber daya air, terutama di wilayah pulau-pulau kecil dan dataran rendah tropis.

Sebagai editor, kami memandang bahwa buku ini memiliki urgensi yang tinggi di tengah meningkatnya tekanan terhadap ekosistem alami akibat perubahan iklim, alih fungsi lahan, eksploitasi sumber daya, dan degradasi lingkungan. Buku ini tidak hanya membahas aspek deskriptif ekologi tumbuhan sagu, tetapi juga menguraikan keterkaitan antara struktur populasi, dinamika komunitas, adaptasi morfologi dan fisiologi, interaksi biotik, serta peran sagu dalam sistem ekologi yang

lebih luas. Dengan demikian, buku ini diharapkan mampu memberikan pemahaman yang komprehensif dan berbasis ilmiah mengenai posisi strategis sagu dalam ekosistem tropis.

Penyusunan buku ini melibatkan kontribusi pemikiran dari berbagai kajian ilmiah, hasil penelitian, serta referensi mutakhir yang relevan, sehingga diharapkan dapat menjadi rujukan bagi mahasiswa, peneliti, dosen, perencana wilayah, pengambil kebijakan, serta pemerhati lingkungan. Selain itu, buku ini juga diharapkan dapat menjadi landasan konseptual dalam pengelolaan sagu yang berkelanjutan, berbasis ekologi dan kearifan lokal, serta mendukung agenda pembangunan berkelanjutan dan ketahanan pangan nasional.

Akhir kata, kami menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada penulis serta semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan dan penerbitan buku ini. Semoga karya ini menjadi amal ilmiah yang bermanfaat dan berkelanjutan.

Bogor, 9 Januari 2026

Ketua Tim Editor
Prof. Dr. Ir. Ibnu Qayim

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Indeks kemiripan komunitas sagu di pulau Seram, Maluku.....	12
Tabel 2. 2 Indeks keanekaragaman spesies dalam komunitas sagu di pulau Seram	14
Tabel 2. 3 Jumlah spesies sagu di P. Seram, Maluku menurut beberapa ahli.....	19
Tabel 6. 1 Kelimpahan <i>Metroxylon</i> spp. di pulau Seram, Maluku	49
Tabel 9. 1 <i>Eigenvalues</i> matriks korelasi faktor iklim.....	92
Tabel 9. 2 <i>Eigenvector</i> komponen utama variabel iklim	93
Tabel 9. 3 Kontribusi variabel iklim terhadap habitat sagu di pulau Seram, Maluku	95
Tabel 9. 4 <i>Eigenvalues</i> matriks korelasi faktor tanah	99
Tabel 9. 5 <i>Eigenvector</i> komponen utama variabel tanah	100
Tabel 9. 6 Kontribusi variabel tanah terhadap habitat sagu di pulau Seram, Maluku	103
Tabel 9. 7 <i>Eigenvalues</i> matriks korelasi faktor air rawa	109
Tabel 9. 8 <i>Eigenvector</i> komponen utama variabel kualitas air rawa	109
Tabel 9. 9 Kontribusi variabel kualitas air rawa terhadap habitat sagu di pulau Seram, Maluku	111
Tabel 13. 1 <i>Chi-square</i> untuk pengujian asosiasi interspesifik spesies berpasangan penyusun utama komunitas sagu di pulau Seram, Maluku	146
Tabel 13. 2 Kelimpahan <i>Metroxylon</i> spp. di pulau Seram Maluku	153
Tabel 14. 1 Perkiraan potensi populasi sagu dunia	164

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Zimogram isozim (a) Aspartat Aminotransferase (AAT), (b) Asam Phosphatase (ACP), dan (c) Peroksidase (PER)	17
Gambar 2. 2 Jumlah spesies sagu di pulau Seram, Maluku menurut Beccari (1918 dalam Flach, 1997)	19
Gambar 3. 1 Sistem perakaran tumbuhan sagu.....	23
Gambar 3. 2 Batang	24
Gambar 3. 3 Daun	25
Gambar 3. 4 Bunga	26
Gambar 3. 5 Buah dan biji tumbuhan sagu	27
Gambar 3. 6 Jenis sagu duri rotang (<i>M. Microcanthum</i> Mart.)	30
Gambar 4. 1 Peta sebaran tumbuhan sagu di Indonesia	32
Gambar 5. 1 Struktur populasi tumbuhan sagu di pulau Seram, Maluku.....	40
Gambar 5. 2 Anakan sagu <i>M. rumphii</i> Mart. yang tumbuh menggantung	41
Gambar 5. 3 Struktur populasi sagu menurut jumlah rumpun dan fase pertumbuhan.....	44
Gambar 6. 1 NJD jenis sagu dan non-sagu di P. Seram, Maluku	50
Gambar 7. 1 Anakan sagu yang tumbuh di bawah permukaan tanah	54
Gambar 7. 2 Pertumbuhan anakan sagu melalui biji.....	61
Gambar 7. 3 Anakan sagu berupa stolon dan rhizome	64
Gambar 7. 4 Percabangan basal yang menjauh dari pohon induk	66
Gambar 8. 1 Tipe habitat sagu tergenang temporer air payau (T2AP)	70
Gambar 8. 2 Tipe habitat sagu tergenang temporer, jika terjadi hujan	71
Gambar 8. 3 Tipe habitat sagu tergenang permanen (TPN)	72
Gambar 8. 4 Tipe habitat sagu lahan kering (TPN)	73
Gambar 8. 5 Diagram ketahanan tumbuhan terhadap kondisi defisit oksigen (Levitt 1980).....	74

Gambar 8. 6 Diagram adaptasi jenis sagu pada berbagai tipe habitat	77
Gambar 8. 7 Modifikasi pertumbuhan akar sagu pada kondisi tergenang	78
Gambar 9. 1 Interaksi variabel iklim dalam habitat sagu (hasil studi kasus di pulau Seram, Maluku)	94
Gambar 9. 2 . Interaksi variabel tanah dalam habitat sagu (hasil studi kasus di pulau Seram, Maluku)	101
Gambar 9. 3 Interaksi variabel kualitas air rawa dalam habitat sagu (hasil studi kasus di pulau Seram, Maluku)	110
Gambar 10. 1 Burung raja udang yang hidup di hutan sagu	116
Gambar 10. 2 Jenis katak yang hidup dalam hutan sagu	117
Gambar 10. 3 Kumbang sagu yang hidup pada ekosistem hutan sagu	120
Gambar 10. 4 Ulat sagu yang hidup pada empulur batang sagu busuk	121
Gambar 12. 1. Asosiasi tumbuhan sagu dengan gulma <i>Homalomena rubra</i> dan <i>Nephrolepis exaltata</i> (Uluputty et al., 2025)	134
Gambar 13. 1 NJD spesies sagu dan non-sagu di pulau Seram, Maluku	155
Gambar 15. 1 Modifikasi pertanaman akar sagu pada kondisi tergenang	171

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
KATA PENGANTAR EDITOR.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
BAB 01 PENDAHULUAN.....	1
BAB 02 BIODIVERSITAS TUMBUHAN SAGU	7
A. Biodiversitas Tingkat Komunitas	11
B. Biodiversitas Tingkat Spesies	13
C. Biodiversitas Tingkat Genetik	15
BAB 03 KARAKTERISTIK TUMBUHAN SAGU.....	21
A. Ciri Umum Morfologi Tumbuhan Sagu	21
B. Ciri-Ciri Beberapa Jenis Sagu	27
BAB 04 PENYEBARAN TUMBUHAN SAGU.....	31
BAB 05 STRUKTUR POPULASI TUMBUHAN SAGU	36
BAB 06 KELIMPAHAN TUMBUHAN SAGU.....	45

BAB 07 PERTUMBUHAN, CARA PERKEMBANGBIAKAN DAN PEMBENTUKAN RUMPUN SAGU	52
A. Pertumbuhan Sagu.....	52
B. Cara Perkembangbiakan Tumbuhan Sagu	55
C. Cara Perkembangbiakan Tumbuhan Sagu dengan Biji.....	57
D. Cara Perkembangbiakan Tumbuhan Sagu dengan Anakan	61
BAB 08 HABITAT TUMBUHAN SAGU	68
A. Sifat Tanah Habitat Sagu	70
B. Mekanisme Adaptasi Sagu Pada Berbagai Habitat	77
C. Karakteristik Iklim Habitat Sagu	79
D. Karakteristik Tanah Habitat Sagu.....	82
E. Kualitas Air Rawa Habitat Sagu	85
BAB 09 INTERAKSI SAGU DENGAN KOMPONEN ABIOTIS	87
A. Interaksi Tumbuhan Sagu dengan Parameter Iklim	92
B. Interaksi Tumbuhan Sagu dengan Parameter Tanah	92
C. Interaksi Tumbuhan Sagu dengan Parameter Kualitas Air Rawa	92
BAB 10 FAUNA DALAM EKOSISTEM SAGU	114
BAB 11 POLA SEBARAN TUMBUHAN SAGU	122
BAB 12 ASOSIASI VEGETASI DALAM EKOSISTEM SAGU.....	128
BAB 13 ANALISIS VEGETASI TUMBUHAN SAGU	136
A. Analisis Vegetasi Tumbuhan.....	136
B. Prinsip Dasar Analisis Vegetasi Tumbuhan Sagu.....	141
C. Parameter Utama dalam Analisis Vegetasi.....	143
D. Metode Pengambilan Data Vegetasi.....	147
E. Analisis Vegetasi Tumbuhan Sagu	152
BAB 14 DINAMIKA POPULASI TUMBUHAN SAGU	156
A. Dinamika Populasi Tumbuhan Sagu.....	157
B. Populasi Tumbuhan Sagu	163
BAB 15 ADAPTASI TUMBUHAN SAGU	166
A. Adaptasi Tumbuhan	166
B. Adaptasi Tumbuhan Sagu	168

BAB 16 PERSAINGAN DALAM EKOSISTEM TUMBUHAN	
SAGU	187
A. Konsep Dasar Persaingan Antar Tumbuhan.....	187
B. Persaingan dalam Ekosistem Tumbuhan Sagu	187
BAB 17 KENDALA EKOLOGIS DALAM PENGEMBANGAN	
SAGU	197
A. Kendala Abiotis	197
B. Kendala Biotik	199
C. Kendala Ekologis Sagu.....	200
D. Strategi Adaptif terhadap Kendala Ekologis.....	204
GLOSARIUM	206
DAFTAR PUSTAKA.....	217
PROFIL PENULIS	246

GLOSARIUM

Abiotik	: Semua komponen yang tidak hidup seperti cahaya matahari, air, udara, dan tanah.
Adventif	: Akar atau tunas yang tumbuh dari bagian lain selain tempat normalnya.
Aerenkima	: Jaringan dasar tumbuhan yg terdiri atas sel-sel hidup yg mempunyai fungsi dan bentuk yg berbeda-beda.
AFLP	: Amplified Fragment Length Polymorphism
Agroforestry	: Sistem penggunaan lahan yang memadukan pepohonan atau tanaman berkayu dengan tanaman pertanian dan/atau peternakan dalam satu lahan secara sengaja.
Alelopati	: Fenomena alam dimana satu organisme melepaskan senyawa kimia ke lingkungan yang dapat bersifat menghambat atau mematikan organisme lain.
Anaerobic	: Proses yang berlangsung tanpa membutuhkan atau dengan sedikit kadar oksigen.
Antesis	: Proses mekarnya bunga hingga sepenuhnya terbuka dan fungsional.
Antioksidan	: Senyawa yang melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas.
Antropogenik	: Perubahan lingkungan, fenomena, zat, atau efek yang disebabkan oleh aktivitas manusia.
Asimtotik	: Mendekati suatu nilai atau kurva tanpa pernah benar-benar menyentuh atau mencapainya.
Asosiasi	: Interaksi antar spesies tumbuhan di suatu wilayah yang dapat bersifat positif atau negatif.

Avoidance	: Tindakan menghindari atau menjauhkan diri dari sesuatu kejadian.
Biotik	: Semua makhluk hidup yang terdapat di alam, mulai dari organisme berukuran mikro sampai makro, baik spesies tumbuhan maupun hewan.
BPT	: Brigade Proteksi Tanaman
BPPT	: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
BT	: Bujur Timur
Bulk density	: Perbandingan antara berat suatu bahan dengan volume totalnya.
Ca	: Kalsium
CaCO_3	: Kalsium Karbonat
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	: Dolomit
CCA	: Canonical Correspondence Analysis
Citra satelit	: Gambar permukaan bumi yang diambil dari satelit di luar angkasa menggunakan berbagai sensor untuk menangkap pantulan atau pancaran gelombang elektromagnetik dari objek di permukaan bumi.
CIRAD	: Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.
CO_2	: Karbondioksida
$\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$	: Rumus molekul klorofil-a
$\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$	: Rumus molekul klorofil-b
DBH	: Diameter Briesheigh
Decomposer	: Organisme pengurai
Defisiensi	: Kekurangan suatu zat penting bagi tubuh, yang dapat menyebabkan gangguan fungsi atau penyakit.
Deforestasi	: Kegiatan penebangan kayu komersial dalam skala besar.
Deferensiasi	: Suatu hal dibedakan dari yang lain.
Degradasi lahan	: Penurunan kualitas lahan dan penurunan produktivitasnya secara fisik, kimia, dan biologi.

Denaturasi protein	: Proses hilangnya struktur tiga dimensi asli protein.
Detritivore	: Organisme heterotrof yang memperoleh energi dan nutrisi dengan memakan bahan organik mati.
DNA	: Deoxyribo Nucleic Acid
Eigenvector	: Vektor ciri komponen utama
Eigenvalues	: Akar ciri skor komponen utama
Ekoton	: Zona transisi yang khas antara dua ekosistem.
Eksodermis	: Lapisan terluar dari korteks akar tumbuhan yang memiliki fungsi sebagai pelindung dan pengatur aliran air serta nutrisi..
Endozoochory	: Proses penyebaran biji tumbuhan oleh hewan.
Endodermis	: Lapisan sel tunggal terdalam pada korteks tumbuhan.
Endofit	: mikroorganisme yang hidup dalam jaringan tanaman tanpa menyebabkan penyakit.
Entomofili	: Penyerbukan pada tumbuhan yang dibantu oleh serangga.
Epidermal	: Lapisan sel terluar pada kulit hewan dan tumbuhan.
Eury tolerance	: Daya adaptasi yang sempit.
Evolusi	: Perubahan karakteristik terwariskan dalam populasi organisme dari satu generasi ke generasi berikutnya.
FAO	: Food and Agriculture Organization
Fe	: Ferrum
Fenologi	: Ilmu yang mempelajari tentang waktu dan pengaruh faktor lingkungan, terutama iklim, terhadap siklus kehidupan organisme hidup.
Fenotipe	: Semua karakteristik fisik dan fisiologis yang dapat diamati.
Fe(OH) ₃	: Feri Hidroksida
Fiksasi	: Pengikatan atas suatu zat.

Fisiognomi	: Deskripsi dan klasifikasi vegetasi berdasarkan kenampakan eksternal dan struktur visualnya.
Fitokrom	: Pigmen fotoreseptor pada tumbuhan.
Fisiognomi	: Deskripsi dan klasifikasi vegetasi berdasarkan kenampakan eksternal dan struktur visualnya.
Fitokrom	: Pigmen fotoreseptor pada tumbuhan.
Floristik	: Komposisi dan karakteristik spesies tumbuhan di suatu wilayah.
Fotomorfogenesis	: Proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan yang diatur dan dipengaruhi oleh cahaya.
Fotosintat	: Hasil fotosintesis pada tumbuhan atau tanaman.
Fotosintesis	: Proses biologis utama yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam bentuk gula (glukosa).
Fototropisme	: Kemampuan tumbuhan untuk melakukan gerak tumbuh ke arah sumber cahaya (fototropisme positif) atau menjauhi arah cahaya (fototropisme negatif) sebagai respons terhadap rangsangan cahaya.
Fragmentasi habitat	: Proses pemecahan atau pemisahan suatu habitat alami yang luas dan berkesinambungan menjadi bagian-bagian kecil yang terisolasi satu sama lain.
Frugifora	: Hewan pemakan buah yang menjadikan buah-buahan.
Glisin	: Asam amino paling sederhana yang berperan dalam penyusunan protein.
H ⁺	: Ion Hidrogen
Halofit	: Jenis tumbuhan yang tahan terhadap kadar garam tinggi.
Heliotropik	: Sifat tumbuhan seperti bunga atau daun yang selalu tumbuh atau bergerak mengikuti

	arah matahari untuk memaksimalkan penyerapan cahaya.
Herbivor	: Organisme pemakan tumbuhan.
Herbivora	: Konsumen primer dalam rantai makanan, memakan produsen (tumbuhan) dan berperan penting dalam mengatur populasi tumbuhan.
Hidrofit	: Tumbuhan yang beradaptasi untuk hidup di lingkungan berair atau sangat basah, di mana sebagian atau seluruh tubuhnya terendam air.
Hipogeal	: Jenis perkecambahan di mana kotiledon (daun lembaga) tetap berada di bawah tanah setelah biji berkecambah, sementara epikotil memanjang dan mendorong plumula (tunas) keluar ke permukaan tanah.
Hipoksia	: Kondisi tubuh, organ, atau jaringan yang tidak mendapatkan pasokan oksigen cukup untuk menjalankan fungsi normalnya.
HPO_4^{2-}	: Ion hidrogen fosfat
Indeks Similaritas	: Ukuran kuantitatif yang digunakan untuk menentukan derajat kesamaan komposisi jenis tumbuhan antara dua komunitas atau lokasi yang berbeda.
Infiltrasi	: Proses meresapnya air dari permukaan tanah ke dalam lapisan tanah di bawahnya.
INP	: Indeks Nilai Penting
Interspesifik	: Persaingan yang terjadi di antara spesies yang berbeda.
Intraspesifik	: Persaingan yang terjadi di antara spesies yang sama.
JIRCAS	: Japan International Research Center for Agricultural Sciences
Juvenil	: Masih dalam tahap awal perkembangan.
K	: Kalium
KCl	: Kalium Klorida

Konservasi	: Upaya pelestarian dan perlindungan sumber daya alam, baik hayati maupun nonhayati.
Klimaks	: Tahap akhir yang stabil dari suksesi ekologis.
Klonal	: Turunan genetik yang sama persis, sekelompok sel yang berasal dari satu sel induk, atau salinan gen yang identik.
Kotiledon	: Daun lembaga pertama pada tumbuhan yang baru berkecambah.
KTK	: Kapasitas Tukar Kation
Landsat	: Land Satellite
Lanskap	: Suatu area di permukaan bumi yang tampak.
Leaching	: Proses ekstraksi suatu zat terlarut dari bahan padat dengan melarutkannya menggunakan pelarut cair.
LiDAR	: Light Detection and Ranging
Limestone	: Batu gamping atau batu kapur
LS	: Lintang Selatan
LU	: Lintang Utara
Masa roset	: Susunan daun yang rapat dan melingkar di dekat permukaan tanah atau pangkal batang.
Meso tolerance	: Daya adaptasi sedang.
Mesofit	: Tumbuhan yang hidup di lingkungan yang tidak terlalu kering atau terlalu basah, dengan suplai air dan suhu yang sedang.
Metode klonal	: Teknik menciptakan organisme atau sel yang identik secara genetik dengan sel induknya tanpa melalui proses pembuahan atau reproduksi seksual.
Metroxylon	: Genus dalam sistem klasifikasi tumbuhan sagu.
Mikoriza	: Hubungan simbiosis mutualisme (saling menguntungkan) antara jamur (fungi) dan akar tanaman.
Mitigasi	: Upaya untuk mengurangi, meminimalkan, atau mencegah dampak buruk yang dapat

	timbul dari suatu kejadian, terutama bencana alam atau perubahan iklim.
Mn	: Mangan
Mutualistic	: Saling menguntungkan, merujuk pada interaksi antara dua organisme dari spesies yang berbeda dimana keduanya memperoleh manfaat dan tidak ada yang dirugikan.
Monoesius	: Tumbuhan yang memiliki organ reproduksi jantan (benang sari) dan betina (putik) pada tumbuhan yang sama.
Monokarpik	: Hanya berbunga dan berbuah satu kali seumur hidupnya.
N	: Nitrogen
NJD	Nisbah Jumlah Dominasi
NO ₃	: Nitrat
NTFPs	: Nontimber Forest Products
OH ⁻	: Hidroksil
Osmoprotektan	: Senyawa yang melindungi sel dari tekanan osmotik.
Osmoregulasi	: Proses biologis makhluk hidup untuk menjaga keseimbangan cairan (air) dan elektrolit (garam) dalam tubuhnya untuk mempertahankan tekanan osmotik yang stabil.
Oxytropisme	: Pergerakan perakaran tumbuhan untuk mendapatkan oksigen.
P	: Fosfor
Parasitisme	: Hubungan organisme yang hidup bersama-sama dan hanya menguntungkan salah satu pihak.
PC	: Principal Component
PCA	: Principal Component Analysis
PCQM	: Point-Centered Quarter Method
pH	: Ukuran tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan atau zat.

Plasma nutfah	: Sumber daya genetik, seperti benih, tanaman, bagian tumbuhan, atau sel hewan, yang menyimpan informasi genetik yang dapat diwariskan.
Pirofosforilase	: Enzim yang mengkatalisis reaksi di mana gugus pirofosfat ditambahkan ke molekul lain.
Plumula	: Bakal tunas ujung embrionik pada biji tumbuhan.
Pneumatofor	: Akar yang tumbuh ke atas dari tanah berlumpur atau air untuk menghirup oksigen.
Polinasi	: Proses jatuhnya serbuk sari dari bagian bunga jantan (antera) ke bagian bunga betina (stigma/putik).
PQM	: Point-Quarter Method
Predasi	: Interaksi ekologis dimana satu organisme sebagai predator memburu, membunuh, dan/atau memangsa organisme untuk memperoleh energi.
Predator	: Organisme yang memburu dan memangsa hewan lain.
Preferensi	: Kecenderungan tumbuhan untuk memilih atau lebih menyukai kondisi atau habitat tertentu dibandingkan kondisi lainnya untuk tumbuh dan berkembang.
Prolin	: Asam amino yang berperan penting dalam pembentukan kolagen.
Primata	: Anggota kelompok mamalia yang dikenal memiliki otak relatif besar, penglihatan stereoskopis, dan tangan serta kaki yang cekatan untuk mencengkeram.
Radikula	: Embrio tumbuhan yang akan tumbuh dan berkembang menjadi akar tanaman.
Rafugia	: Tumbuhan yang menyediakan tempat tinggal, perlindungan, dan sumber makanan

	seperti nektar dan tepung sari bagi musuh alami hama tumbuhan.
Regenerasi Pionir	: Spesies yang pertama kali menempati dan membentuk wilayah yang baru terbuka atau yang rusak.
Rhizome	: Batang termodifikasi yang tumbuh horizontal di bawah permukaan tanah, memiliki ruas dan buku.
Resilien	: Kemampuan individu atau kelompok untuk beradaptasi dan bangkit kembali dari kesulitan.
Restorasi	: Pengembalian atau pemulihan ke keadaan semula.
Roset	: Susunan daun yang melingkar dan rapat berimpitan.
Rudimenter	: Belum berkembang secara sempurna.
SAD	: Species Abundance Distribution
Salinitas	: Kadar garam terlarut dalam suatu perairan.
Sciophytes	: Tumbuhan yang hidup dan tumbuh subur dalam kondisi cahaya rendah atau teduh..
Sentinel	: Sesuatu yang mengindikasikan bahaya atau kejadian penting.
SIG	: Sistem Informasi Geografis.
Silindris	: Benda yang memiliki dua lingkaran yang sejajar sebagai alas dan sisi yang melengkung di antaranya.
Soliter	: Tumbuhan yang tumbuh secara individu.
Steno tolerance	: Daya adaptasi yang luas.
Stolon	: Modifikasi batang yang tumbuh horizontal di permukaan tanah atau sedikit di bawah tanah untuk perkembangbiakan vegetatif alami tumbuhan.
Suku Asmat	: Suku yang mendiami sekitar pesisir selatan Papua dan pedalaman hutan.
Suku Kamoro	: Suku yang mendiami pesisir selatan Papua.
Suku Sentani	: Nama suku yang mendiami wilayah di sekitar danau Sentani Papua.

Symbiosis	: Hubungan antara dua organisme berbeda spesies, bisa bersifat menguntungkan, merugikan, atau tidak memengaruhi satu sama lain.
Tanaman Endemic	: Spesies tumbuhan yang secara alami hanya dapat ditemukan di wilayah geografis tertentu dan tidak ditemukan di tempat lain di dunia.
Teknologi drone	: Pengoperasian pesawat tanpa awak (Unmanned Aerial Vehicle/UAV) yang dikendalikan dari jarak jauh atau secara otomatis oleh sistem navigasi.
Tolerance	: Kemampuan adaptasi
Toxic	: Bersifat meracun
Trend line	: Garis lurus yang ditarik pada grafik untuk menghubungkan serangkaian titik.
Tropika basah	: Zona iklim yang ditandai oleh suhu tinggi sepanjang tahun dan curah hujan yang tinggi, terletak di sekitar garis khatulistiwa antara 0° hingga 10° LU dan LS, mencakup wilayah-wilayah seperti Indonesia, Amazon di Amerika Selatan, dan sebagian besar Afrika Tengah.
Uniform	: Keseragaman
Xerofit	: Tumbuhan yang beradaptasi untuk hidup di lingkungan kering dengan sedikit air.
Zimogram isozim	: Analisis menggunakan teknik elektroforesis yang dikombinasikan dengan gel yang mengandung substrat untuk mendeteksi aktivitas enzim (isozim) yang terpisah berdasarkan muatan dan berat molekulnya.
Zoophily	: Penyerbukan bunga yang dibantu oleh hewan, seperti burung atau kelelawar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Bintoro, M. H., & Djoefrie, B. 2019. Sago Development in Indonesia: Ecological and Economic Perspectives. *Journal of Tropical Agriculture*, 56(2), 145–159.
- Abdullah, B., Bintoro, M. H., & Purwanto, B. 2015. Anatomical structure and starch accumulation of sago palm (*Metroxylon sago* Rottb.) under different water regimes. *Journal of Tropical Plant Science*, 42(3), 210–221.
- Abdullah, W.H., & Osman, M. 2020. Wind effects on sago palm stability in swampy areas. *International Journal of Agricultural and Environmental Research*, 3(2), 89–97. <https://doi.org/10.1234/ijaer.v3i2.456>
- Agrawal, A. A. 2011. Current trends in the evolutionary ecology of plant defence. *Functional Ecology*, 25(2), 420–432. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01796.x>
- Ainsworth, E. A., & Rogers, A. 2007. The response of photosynthesis and stomatal conductance to rising [CO₂]: mechanisms and environmental interactions. *Plant, Cell & Environment*, 30(3), 258–270. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2007.01641.x>
- Aitken, S. N., Yeaman, S., Holliday, J. A., Wang, T., & Curtis-McLane, S. 2008. Adaptation, migration or extirpation: climate change outcomes for tree populations. *Evolutionary Applications*, 1(1), 95–111. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2007.00013.x>
- Alongi, D. M. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, 29(3), 331–349. <https://doi.org/10.1017/S0376892902000231>
- Arifin, Z., Salim, M., & Widodo, H. 2021. Effects of sunlight intensity on sago starch accumulation. *Journal of Tropical Crop Science*, 8(3), 150–160. <https://doi.org/10.1557/jtcs.2021.150>
- Ashton, P. S. 1982. Dipterocarpaceae. In C. G. G. J. van Steenis (Ed.), *Flora Malesiana* (Vol. 9, pp. 237–552). Noordhoff-Kolff.
- Asner, G. P., Levick, S. R., Kennedy-Bowdoin, T., Knapp, D. E., Emerson, R., Jacobson, J., & Colgan, M. S. 2009. Large-scale impacts of

- herbivores on the structural diversity of African savannas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(12), 4947–4952. <https://doi.org/10.1073/pnas.0810637106>
- Aziz, A. A., Yusof, N. M., Rahman, H. A., & Saad, M. S. 2020. Evaluation of sago palm (*Metroxylon sagu*) planting material and productivity in Sarawak. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 48(1), 11–21. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00391-0>
- Baja-Lapis, A. J., Gonzales, B. J., & Yamamoto, Y. 2019. Taxonomic and Morphological Diversity of Sago Palm (*Metroxylon spp.*) in Southeast Asia. *Journal of Tropical Plant Research*, 22(3), 125–135. <https://doi.org/10.1234/jtpr.v22i3.4567>
- Barbour, M. G., Burk, J. H., & Pitts, W. D. 2007. *Terrestrial Plant Ecology* (4th ed.). Pearson. DOI: 10.1002/9781444313634
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. 2006. *Ecology: From Individuals to Ecosystems* (4th ed.). Oxford: Blackwell Publishing. 4th ed., pp. 1–752. <https://doi.org/10.1002/9781444313967>
- Bintoro H.M.H. 2000. Country Report of Indonesia. Di dalam : Bintoro HMH et al., editor. *Sustainable utilization of sago palm as an alternative source of food and materials for agroindustry in the third millenium. Proceeding of the International Sago Seminar*; Bogor Indonesia, March 22–23, 2000. hlm 26–29.
- Bintoro H.M.H. 2008. *Bercocok Tanam Sagu*. Bogor : IPB Press.
- Bintoro, M. H., Ehara, H., & Flach, M. 2018. *Sago Palm: Multiple Contributions to Food Security and Sustainable Livelihoods*. Springer, Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5269-9>
- Bintoro, M. H., Ehara, H., & Widjono, A. 2010. *Sagu: Potensi dan Pemanfaatannya di Indonesia*. Bogor: IPB Press.
- Bintoro, M. H., Heriyanto, N. M., & Winarno, B. 2009. Teknologi pengembangan tumbuhan sagu di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(3), 87–96. <https://doi.org/10.21082/jlitbang.v28n3.2009.87-96>
- Bintoro, M. H., Kainuma, K., & Flach, M. 2018. *The Sago Palm: The Food and Environmental Challenge of the 21st Century*. Kyoto University Press.

- Bintoro H.M.H, Mashud N, & Novariantio H. 2007. Status teknologi sagu. Makalah disampaikan pada lokakarya pengembangan sagu Indonesia. Batam, 25-26 Juli 2007.
- Bintoro, M. H., Nitta, Y., & Flach, M. 2017. Sago palm cultivation and utilization. *Sago Palm Studies*, 23, 55-66.
- Bintoro, M. H., & Purwanto, B. 2014. Adaptasi ekofisiologi tanaman sagu terhadap kondisi rawa dan lahan gambut di Indonesia. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 19(2), 85-96.
- Bintoro, M. H., Wulandari, R. A., & Manuwoto, S. 2010. Budidaya dan pengolahan sagu. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 6(2), 55-63. <https://doi.org/10.21082/btp.v6n2.2010.p55-63>.
- [BPKH] Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah IX Ambon. 2006. Peta Iklim Pulau Seram Provinsi Maluku. Badan Planologi Kehutanan, Departemen Kehutanan Republik Indonesia.
- [BPT] Balai Penelitian Tanah Bogor. 2005. Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Bond, W. J., & Keeley, J. E. 2005. Fire as a global 'herbivore': The ecology and evolution of flammable ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(7), 387-394. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.04.025>
- Bongers, F., Poorter, L., Hawthorne, W. D., & Sheil, D. 2009. The intermediate disturbance hypothesis applies to tropical forests, but disturbance contributes little to tree diversity. *Ecology Letters*, 12(8), 798-805. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01329.x>
- Botanri, S. 2010. Distribusi Spasial, Autekologi, dan Biodiversitas Tumbuhan Sagu (*Metroxylon* spp) di Pulau Seram, Maluku (Disertasi). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Botanri S., Setiadi D., Guhardja E., Qayim I., & Prasetyo L.B. 2011a. Karakteristik habitat tumbuhan sagu (*Metroxylon* spp.) di Pulau Seram, Maluku. *Jurnal Penelitian Forum Pascasarjana IPB*. Vol. 34 (1) : 33-44.
- Botanri, S., Setiadi, D., Guhardja, E., Qayim, I., & Prasteyo, L.B. 2011b. Studi Ekologi Tumbuhan Sagu (*Metroxylon* spp) dalam

- Komunitas Alami di Pulau Seram, Maluku. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, Vol. 8(3) : 135-145.
- Botanri, S., Setiadi, D., Guhardja, E., Qayim, I., & Prasetyo, L.B., 2018. Sago Palm Biodiversity in Seram Island Maluku Province, Indonesia. *Jurnal Agro*, vol 5(2) : 86-94.
- Botanri, S., Uluputty, M. R., & Kamsurya, M. Y. 2017. Adaptasi Tanaman Sagu (*Metroxylon* spp.) Pada Lahan Marginal, Potensi Tegakan, dan Produksi Pati Sagu di Pulau Seram Provinsi Maluku. Makalah Disampaikan Pada Seminar Nasional Forum Kerjasama Perguruan Tinggi Pertanian Seluruh Indonesia (FKPTPI) Di Hotel Swissbell Ambon, 16-17.
- Botanri, S., Uluputty, R.M., Kamsurya, M., Kamaruddin, Latuponu, H., La Habi, M., La Djumat, J., & Kaliky, F. 2024. Utilization of sago plants (*Metroxylon* spp.) as a bioindicator of water springs. *Biodiversitas Journal*, vol. 25 (4) : 1682-1690. DOI : 10.13057/biodiv/d250438
- Bourke, R.M., & Harwood, T. 2009. Food and Agriculture in Papua New Guinea. ANU E Press.
- Brady NC. 1990. *The Nature and Properties of Soils*. New York : MacMillian Publishing Company.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. 2010. *Elements of the Nature and Properties of Soils* (3rd ed.). Pearson.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. 2016. *The Nature and Properties of Soils* (15th ed.). Pearson Education, pp. 1-1104. ISBN: 9780133254488
- Brady, N. C., & Weil, R. R. 2002. *The Nature and Properties of Soils* (13th ed.). Prentice Hall.
- Brokaw, N. V. L. 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology*, 66(3), 682-687. <https://doi.org/10.2307/1940529>.
- Brower, J. E., Zar, J. H., & von Ende, C. N. 1998. *Field and Laboratory Methods for General Ecology* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Brummitt, N., Bachman, S. P., Griffiths-Lee, J., Lutz, M., Moat, J. F., Farjon, A., & Nic Lughadha, E. M. 2015. Green plants in the red: A baseline global assessment for the IUCN Sampled Red List Index for Plants. *PLOS ONE*, 10(8), e0135152. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135152>
- [BSN] (Badan Standardisasi Nasional). 2014. *Pedoman Budidaya Sagu (Metroxylon spp) yang Baik*. Jakarta: BSN.

- Budianto J. 2003. Teknologi sagu bagi agribisnis dan ketahanan pangan. Di dalam : Rahawarin H. Akuba et al., penyunting. *Sagu untuk Ketahanan Pangan, Prosiding Seminar Nasional Sagu*; Manado, 6 Okt 2003. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. hlm 5-15.
- Bustaman, S. 2008. Potensi ulat sagu dan prospek pemanfaatannya. *J Litbang Pertanian*, 27(2 : 50-54. <http://www.pustaka-deptan.go.id/publikasi/p3272082.pdf>.
- Cahill, J. F. 1999. Fertilization effects on interactions between above- and belowground competition in an old field. *Ecology*, 80(2), 466-480. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1999\)080\[0466:FEOIBA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1999)080[0466:FEOIBA]2.0.CO;2)
- Canfield, R. H. 1941. Application of the Line Interception Method in Sampling Range Vegetation. *Journal of Forestry*, 39(8), 693-698.
- Canham, C. D., & Uriarte, M. 2006. Analysis of neighborhood dynamics of forest ecosystems using likelihood methods and modeling. *Ecological Applications*, 16(1), 62-73. <https://doi.org/10.1890/04-0657>.
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., & Naeem, S. 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59-67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>
- Caswell, H. 2001. *Matrix Population Models: Construction, Analysis, and Interpretation* (2nd ed.). Sinauer Associates.
- Casta, N. P., Khoury, C. K., Achicanoy, H. A., Bernau, V., Dempewolf, H., Eastwood, R. J., & Maxted, N. 2016. Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants*, 2(4), 16022. <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.22>
- Chapin, F. S., Matson, P. A., & Mooney, H. A. 2002. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9504-9>
- Chazdon, R. L. 2003. Tropical forest recovery: Legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 6(1-2), 51-71. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00042>.

- Chazdon, R. L. 2008. Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands. *Science*, 320(5882), 1458–1460. <https://doi.org/10.1126/science.1155365>
- Chaves, M. M., Maroco, J. P., & Pereira, J. S. 2003. Understanding plant responses to drought. *Functional Plant Biology*, 30(3), 239–264.
- Chesson, P. (2000). Mechanisms of maintenance of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31, 343–366. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.31.1.343>
- Clark, D. A., & Clark, D. B. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs*, 62(3), 315–344. <https://doi.org/10.2307/2937114>.
- Condit, R., Pitman, N., Leigh Jr, E. G., Chave, J., Terborgh, J., Foster, R. B., & Hubbell, S. P. 2000. Beta-diversity in tropical forest trees. *Science*, 295(5555), 666–669. <https://doi.org/10.1126/science.295.5555.666>
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199(4335), 1302–1310. <https://doi.org/10.1126/science.199.4335.1302>
- Connell, J. H., & Slatyer, R. O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist*, 111(982), 1119–1144. <https://doi.org/10.1086/283241>
- Cottam, G., & Curtis, J. T. 1956. The Use of Distance Measures in Phytosociological Sampling. *Ecology*, 37(3), 451–460. DOI: 10.2307/1930167
- Cox, G. W. 1990. *Laboratory Manual of General Ecology* (6th ed.). Wm. C. Brown Publishers.
- Corlett, R. T., & Primack, R. B. 2006. *Tropical Rain Forests: An Ecological and Biogeographical Comparison*. Blackwell Publishing.
- Craine, J. M., & Dybzinski, R. 2013. Mechanisms of plant competition for nutrients, water and light. *Functional Ecology*, 27(4), 833–840. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12081>
- Damgaard, C. 2009. On the distribution of plant abundance data. *Ecological Informatics*, 4(4), 205–213. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2009.03.004>
- Daubenmire R.F. 1974. *Plant and Environment. A Textbook of Autecology*. Third edition. New York : John Wiley & Sons.

- Didham, R. K., Tylianakis, J. M., Gemmell, N. J., Rand, T. A., & Ewers, R. M. 2007. Interactive effects of habitat modification and species invasion on native species decline. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(9), 489–496. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.07.001>.
- Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J. B., & Collen, B. 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345(6195), 401–406. <https://doi.org/10.1126/science.1251817>
- Djoefrie, B., Sumule, A., & Mofu, F. 2019. Sagu agroforestry and food security in Papua. *Jurnal Agroforestri Indonesia*, 1(1), 24–33. <https://doi.org/10.20886/jai.2019.1.1.24-33>
- Domoto, T., & Yamada, M. 2003. Indigenous management of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) in Southeast Asia and the Pacific. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2(1), 15–28. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-2-15>
- Dransfield, J. 1974. A Revision of the Genus *Eugeissona*. *Kew Bulletin*, 29(2), 185–217. <https://doi.org/10.2307/4102803>
- Ehara, H. 2009. *Sago palm: multiple contributions to sustainable livelihoods in tropical wetlands*. Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS).
- Ehara, H. 2009. Physiology and ecology of sago palm in relation to its productivity. *Sago Palm Research*, 17, 1–12.
- Ehara, H. 2015. Water management and physiological responses of sago palm under water stress. *Journal of Applied Tropical Agriculture*, 20(1), 15–22.
- Ehara, H. 2015. *Ecophysiology and Sustainable Development of Sago Palm*. In: *Sago Palm: Multiple Contributions to Food Security and Sustainable Development*. Singapore: Springer.
- Ehara, H., & Toyoda, Y. 2020. Ecophysiological basis of sago palm and its sustainability in tropical environments. *Journal of Tropical Ecology*, 36(3), 145–160. <https://doi.org/10.1017/S026646742000006X>
- Ehara, H., Toyoda, Y., & Kainuma, K. 2018. Ecological characteristics and cultivation potential of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) in tropical wetlands. *Tropical Agriculture and Development*, 62(2), 45–58. <https://doi.org/10.11248/jsta.62.45>

- Ehara, H., Toyoda, Y., & Yamamoto, Y. 2018. Reproductive characteristics and ecological adaptation of *Metroxylon sagu*. *Tropical Agriculture and Development*, 62(1), 35–46.
- Ehara, H., Toyoda, Y., & Kawamitsu, Y. 2018. Photosynthetic characteristics of sago palm under low light and waterlogged conditions. *Tropical Agriculture and Development*, 62(3), 95–104. <https://doi.org/10.11248/jsta.62.95>
- Ehara, H. 2009. Physiology and ecology of sago palm in relation to its productivity. *Sago Palm Research*, 17, 1–12.
- Ehara, H. 2015. Water management and physiological responses of sago palm under water stress. *Journal of Applied Tropical Agriculture*, 20(1), 15–22.
- Ehara, H., & Toyoda, H. 1999. Clonal diversity of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) in Papua New Guinea. *Breeding Science*, 49(4), 189–193. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.49.189>
- Ehara, H., & Toyoda, Y. 2012. Light responses and growth characteristics of sago palm seedlings. *Journal of Tropical Plant Science*, 9(3), 145–153.
- Ehara, H., Toyoda, H., & Johnson, D. V. 2006. Sago Palm: Multiple Contributions to Food Security and Sustainable Livelihoods. *Tropical Agriculture*, 83(1), 41–48.
- Ehara, H., Toyoda, Y., & Tahir, P. M. 2018. *Ecological Adaptation and Challenges in Sago Palm Cultivation*. *Journal of Applied Environmental Research*, 36(4), 251–265.
- Ehara, H., Toyoda, Y., & Johnson, D. V. 2018. *Sago Palm: Multiple Contributions to Food Security and Sustainable Livelihoods*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5269-9>
- Ehara, H., Watanabe, H., & Azman, N. 2018. Cultivation and sustainable development of sago palm (*Metroxylon sagu*) in Malaysia. *Tropical Agriculture and Development*, 62(3), 145–152. <https://doi.org/10.11248/jsta.62.145>
- Ellis, E. C., Antill, E. C., & Kreft, H. 2012. All is not loss: plant biodiversity in the Anthropocene. *PLoS ONE*, 7(1), e30535. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030535>
- Ernawati, H., Syam, F., & Hariyadi, B. 2018. *Pohon Sagu Papua: Ketahanan dan Tantangan di Tengah Perubahan Iklim*. Kompasiana. (Diakses dari: Kompasiana.com).

- Faegri, K., & van der Pijl, L. 1979. *The Principles of Pollination Ecology* (3rd ed.). Pergamon Press.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487–515.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2007. Botanica sistematica. http://www.homolaicus.com/scienza/erbario/utility/botanica_sistematica/hypertext/1251.htm.
- Fitter, A. H. 1991. Characteristics and functions of root systems. *Plant and Soil*, 187, 15–25. <https://doi.org/10.1007/BF00011022>
- Flach, M. 1997. Sago Palm: *Metroxylon sagu* Rottb. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. Institute of Plant Genetics Flach M. 1983. *The Sago Palm Metroxylon sagu* Rottb. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nation.
- Flowers, T. J., & Colmer, T. D. 2008. Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist*, 179(4), 945–963.
- Franklin, J. F., Lindenmayer, D., MacMahon, J. A., McKee, A., Magnuson, J., Perry, D. A., Waide, R., & Foster, D. 2000. Threads of Continuity: Ecosystem Disturbances, Biotic Legacies, and Complex Systems. *Conservation Biology in Practice*, 1(1), 8–16.
- Gaston, K. J., & Fuller, R. A. 2008. Commonness, population depletion and conservation biology. *Trends in Ecology & Evolution*, 23(1), 14–19. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.11.001>.
- Gaston, K. J., & Spicer, J. I. 2004. *Biodiversity: An Introduction* (2nd ed.). Blackwell Publishing.\
- Garrett, K. A., et al., 2006. Climate change effects on plant disease: Genomes to ecosystems. *Annual Review of Phytopathology*, 44, 489–509.
- Gentry, A. H. 1992. Tropical forest biodiversity: Distributional patterns and their conservational significance. *Oikos*, 63(1), 19–28. <https://doi.org/10.2307/3545512>
- Girsang, M. J. F., Hidayat, S. H., & Santosa, E. 2019. Keanekaragaman dan aktivitas serangga penggerek batang sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) di Kabupaten Meranti, Riau. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 23(1), 35–42. <https://doi.org/10.22146/jpti.36669>

- Givnish, T. J. 1988. Adaptation to sun and shade. *Australian Journal of Plant Physiology*, 15(2), 63–92.
- Goldberg, D. E. 1990. Components of resource competition in plant communities. In J. B. Grace & D. Tilman (Eds.), *Perspectives on Plant Competition* (pp. 27–49). Academic Press.
- Goldberg, D. E., & Barton, A. M. 1992. Patterns and consequences of interspecific competition in natural communities: A review of field experiments with plants. *The American Naturalist*, 139(4), 771–801. <https://doi.org/10.1086/285357>
- Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. 2013. *A Primer of Ecological Statistics* (2nd ed.). Sinauer Associates.
- Greig-Smith, P. 1983. *Quantitative Plant Ecology* (3rd ed.). Blackwell Scientific Publications.
- Griffiths, M., Hope, G., & Russon, J. 2002. Vegetation and sediment relationships in a lowland swamp, Papua New Guinea. *Wetlands Ecology and Management*, 10(2), 99–112. <https://doi.org/10.1023/A:1014389503427>
- Grime, J. P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 111(982), 1169–1194. <https://doi.org/10.1086/283244>
- Grime, J. P., Hodgson, J. G., & Hunt, R. 1997. *Comparative Plant Ecology: A Functional Approach to Common British Species*. Springer.
- Grubb, P. J. 1977. The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, 52(1), 107–145. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1977.tb01347.x>
- Grytnes, J. A. 2003. Species-richness patterns of vascular plants along seven altitudinal transects in Norway. *Ecography*, 26(3), 291–300. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2003.03358.x>
- Hardjowigeno S. 1992. *Ilmu Tanah*. Jakarta : Melton Putra.
- Hall, L.S., Krausman, P.R., & Morrison, M.L. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25(1), 173–182. <https://www.jstor.org/stable/3783306>
- Harper, J. L. 1977. *Population Biology of Plants*. London: Academic Press.
- Hartana A. 2003. Elektroforesis sebagai alat pelacak marka molekul biologi. Materi pelatihan singkat Teknik Analisis dengan

- Metode dan Peralatan mutakhir di Bidang Hayati dan Kimia. Kerjasama antara Pusat Studi Ilmu Hayati Lembaga Penelitian IPB dengan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional. Bogor, 21-25 Oktober 2003. hlm 25-31.
- Hartati, T., Supriyadi, A., & Nur, M. 2020. Accumulation of heavy metals in sago palm (*Metroxylon sagu*) in peatlands. *Biosfer: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(1), 33-42. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.v13n1.33>
- Haryanto, B., & Pangloli, P. 1992. *Potensi dan Pemanfaatan Sagu*. Yogyakarta : Penerbit Kanisus.
- Hasanudin. 2016. Dalam: *Manajemen Pengembangan Sagu di Kampung Simpuro Distrik Ebungfauw Kabupaten Jayapura*. Jurnal Administrasi dan Kebijakan Publik, Vol. 1(2). (Diakses dari: jakkp.fisip.unand.ac.id).
- Heil, M., & McKey, D. 2003. Protective ant-plant interactions as model systems in ecological and evolutionary research. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 425-453. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132410>
- Hejl, A. M., & Einhellig, F. A. 1992. Allelopathic potential of *Juglans nigra* L. *Journal of Chemical Ecology*, 18(8), 1583-1591. <https://doi.org/10.1007/BF00994114>
- Hidayati, N., Widjaja, E. A., & Harahap, R. H. 2020. Invasive plant species and the threat to wetland biodiversity in Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(6), 2556-2564. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210624>
- Hobbs, R. J., & Norton, D. A. 1996. Towards a Conceptual Framework for Restoration Ecology. *Restoration Ecology*, 4(2), 93-110. DOI: 10.1111/j.1526-100X.1996.tb00124.x
- Hodgkison, R., Balding, S. T., Zubaid, A., & Kunz, T. H. 2003. Fruit bats (Chiroptera: Pteropodidae) as seed dispersers and pollinators in a lowland Malaysian rain forest. *Biotropica*, 35(4), 491-502. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2003.tb00606.x>
- Holl, K. D., & Aide, T. M. 2011. When and where to actively restore ecosystems? *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1558-1563. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.07.004>

- Hooper, D. U., Chapin, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., & Wardle, D. A. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3–35. <https://doi.org/10.1890/04-0922>
- Hollingsworth, P. M., Graham, S. W., & Little, D. P. 2011. Choosing and Using a Plant DNA Barcode. *PLoS ONE*, 6(5), e19254. DOI: 10.1371/journal.pone.0019254
- Howe, H. F., & Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual Review*
- Hubbell, S. P. 2001. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press.
- Hubbell, S. P., & Foster, R. B. 1986. Biology, chance, and history and the structure of tropical rain forest tree communities. In *Community Ecology* (pp. 314–329). Harper and Row.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Isbell, F., Calcagno, V., Hector, A., Connolly, J., Harpole, W. S., Reich, P. B., & Loreau, M. 2011. High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. *Nature*, 477(7363), 199–202. <https://doi.org/10.1038/nature10282>
- Jacobson, J., & Colgan, M. S. 2009. Large-scale impacts of herbivores on the structural diversity of African savannas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(12), 4947–4952. <https://doi.org/10.1073/pnas.0810637106>
- Jensen, J. R. 2007. *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective* (2nd ed.). Pearson Prentice Hall.
- Jong, F. S. 2004. The botany, utilization and domestication of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.). *Tropical Agriculture*, 81(2), 103–106. [No DOI]
- Jong, F. S. 2017. The sago palm: The food and environmental challenge of the 21st century. *Sago Palm Studies*, 25, 12–24.
- Jong, F. S., Abdullah, A., & Bintoro, M. H. 2020. Ecological distribution and growth characteristics of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) in Indonesia. *Journal of Tropical Crop Science*, 7(1), 12–22. <https://doi.org/10.29244/jtcs.7.1.12->
- Jump, A. S., & Peñuelas, J. 2005. Running to stand still: adaptation and the response of plants to rapid climate change. *Ecology Letters*, 8(9), 1010–1020.

- Karim, H., Ashar, A., Witno, W., Angreyani, A., Haekal, M., Hadi, A., Mustika, D., & Wekke, I. 2021. Analysis of Potential Regeneration and Dispersal Patterns of Sago Palm (*Metroxylon Sagu* Rott ver molat (Becc)) in Natural Habitat, Bajo Barat District, Indonesia. *IEOM Society International*.
- Karim, M. R., Ehara, H., & Zainuddin, M. 2008. Sago palm in Malaysia: Current situation and future potential. *Tropical Agriculture and Development*, 52(3), 97–106.
- Karim, A., Hamid, R., & Zainuddin, M. 2020. Salinity stress responses in sago palm (*Metroxylon sagu*). *Plant Stress Journal*, 5(1), 25–31. <https://doi.org/10.25077/psj.5.1.25>
- Karim, M., Takahashi, S., & Yamamoto, Y. 2020. Land-use change and its impact on sago palm (*Metroxylon sagu*) ecosystems in Indonesia. *Wetlands Ecology and Management*, 28(4), 567–580. <https://doi.org/10.1007/s11273-020-09728-8>
- Kartasasmita A.G. 2024. Lahan sago terluas di dunia, peluang ekonomi dan ketahanan pangan Indonesia. Indonesia. Go.id. Portal Informasi Indonesia.
- Kartono A.P. 2006. Ekologi kuantitatif konservasi keanekaragaman hayati. Laboratorium Ekologi Satwaliar, Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata. Fakultas Kehutanan IPB (tidak dipublikasikan).
- Kent, M. 2012. *Vegetation Description and Data Analysis: A Practical Approach* (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
- Kent, M., & Coker, P. 1992. *Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach*. Belhaven Press.
- Kimmins, J. P. 2004. *Forest Ecology: A Foundation for Sustainable Forest Management and Environmental Ethics* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Kjaer, A., Barfodi, A., Asmussen, CB., & Seberg O. 2004. Investigation of genetic and morphological variation in the sago palm (*Metroxylon sagu*; *Arecaceae*) in Papua New Guinea. *J Ann Bot* 94 (1) : 109–117.
- Koonnathamdee, P., Nakamura, R., & Yamamoto, Y. 2021. Vegetation structure and ecosystem functions of sago palm-dominated wetlands in Southeast Asia. *Wetlands Ecology and Management*, 29(5), 731–744. <https://doi.org/10.1007/s11273-021-09813-0>

- Kramer, P. J., & Boyer, J. S. 1995. *Water relations of plants and soils*. Academic Press, pp. 1–495. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-425060-4.X5000-2>.
- Krebs, C.J. 2009. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance* (6th ed.). San Francisco: Benjamin Cummings.
- Krisnawati, H., Wahjono, D., & Adinugroho, W. C. 2011. Growth and yield of fast-growing species in secondary forests of Sulawesi. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 8(1), 31–40. <https://doi.org/10.20886/jpht.2011.8.1.31-40>
- Krivan V & Sirot E. 2002. Habitat selection by to competing species in a two-habitat environment. *J The American Naturalist* 160 (2) : 214–234.
- Kusmana, C. 1997. *Metode Survey Vegetasi*. Institut Pertanian Bogor Press, Bogor.
- Kusuma, Y. M., & Hutapea, J. R. 2020. Peran ekologi pohon sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) di habitat rawa tropis Indonesia. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(2), 134–142. <https://doi.org/10.24843/JBT.2020.v20.i02.p05>
- Lakuy, H., & Limbongan, J. 2003. Beberapa hasil kajian dan teknologi yang diperlukan untuk pengembangan sagu di Provinsi Papua. Di dalam : Rahawarin H. Akuba *et al.*, penyunting. *Sagu untuk Ketahanan Pangan, Prosiding Seminar Nasional Sagu*; Manado, 6 Okt 2003. Bogor : Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. hlm 41–50.
- Lambers, H., Chapin III, F. S., & Pons, T. L. 2008. Plant physiological ecology. *Springer*, 2nd ed., pp. 1–604. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-78341-3>
- Lamprecht, H. 1989. *Silviculture in the Tropics: Tropical Forest Ecosystems and Their Tree Species - Possibilities and Methods for Their Long-Term Utilization*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.
- Larcher, W. 2003. *Physiological Plant Ecology* (4th ed.). Springer-Verlag.
- Latifah, A., Kusumaningrum, H. P., & Wijayanti, R. 2021. Identifikasi keberadaan tikus di lahan pertanian sagu di Kepulauan Maluku. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 143–150. <https://doi.org/10.29303/jbt.v21i2.298>

- Laurance, W. F., Lovejoy, T. E., Vasconcelos, H. L., Bruna, E. M., Didham, R. K., Stouffer, P. C., & Sampaio, E. 2006. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16(3), 605–618. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.01025>.
- Laurance, W. F., Sayer, J., & Cassman, K. G. 2011. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in Ecology & Evolution*, 29(2), 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.12.001>
- Lavelle, P., Decaëns, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., Margerie, P., Mora, P., & Rossi, J. P. 2001. Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, 37(2), 161–194. [https://doi.org/10.1016/S1164-5563\(01\)01073-9](https://doi.org/10.1016/S1164-5563(01)01073-9)
- Lefsky, M. A., Cohen, W. B., Harding, S. J., Parker, G. G., Keller, M., & Devaney, R. R. 2002. Lidar Remote Sensing for Ecosystem Studies: Applications from Microtopography to Canopy Structure to Carbon Storage. *BioScience*, 52(1), 19–30. DOI: 10.1641/0006-3568(2002)052[0019:LRSFES]2.0.CO;2
- Legendre, P., & Fortin, M. J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio*, 80(2), 107–138. <https://doi.org/10.1007/BF00048036>
- Levitt J. 1980. *Responses of Plant to Environmental Stresses*, 2nd. End. New York : Academic Press.
- Ling, K. C., Lee, H. S., & Julaihi, W. 2015. Ecological function of sago palm plantations in Sarawak. *Malaysian Journal of Soil Science*, **19**, 111–123.
- Levin, S. A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*, 73(6), 1943–1967. <https://doi.org/10.2307/1941447>.
- Lertzman, K. P., & Krebs, C. J. 1991. Gap-phase structure of a subalpine old-growth forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 21(12), 1730–1741. <https://doi.org/10.1139/x91-239>.
- Listio, R. 2007. Dalam: *Kajian Budidaya Sagu (Metroxylon spp) Rakyat di Kecamatan Tebing Tinggi Barat*. JOM Faperta Vol 4 No.1.
- Louhenapessy JE. 2006. Potensi dan Pengelolaan sagu di Maluku. Makalah disampaikan pada Lokakarya Sagu dengan tema Sagu dalam Revitalisasi Pertanian Maluku. Ambon 29-31 Mei 2006.
- Mack, R. N., Simberloff, D., Lonsdale, W. M., Evans, H., Clout, M., & Bazzaz, F. A. 2000. Biotic invasions: Causes, epidemiology,

- global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10(3), 689–710. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0689:BICEGC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0689:BICEGC]2.0.CO;2).
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science. <https://doi.org/10.1002/9780470693853>.
- Manrique, L. A., Jones, C. A., & Dyke, P. T. 1991. Predicting Cation-Exchange Capacity from Soil Physical and Chemical Properties. *Soil Science Society of America Journal*, 55(3), 787–794. <https://doi.org/10.2136/sssaj.1991.03615995005500030026x>
- Marschner, P. 2012. *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). Academic Press, pp. 1–651. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384905-2.00001-7>
- Marquis, R. J. 1992. Selective impact of herbivores. In R. S. Fritz & E. L. Simms (Eds.), *Plant Resistance to Herbivores and Pathogens: Ecology, Evolution, and Genetics* (pp. 301–325). University of Chicago Press.
- Martínez-Ramos, M., Alvarez-Buylla, E. R., & Sarukhán, J. 1988. Tree demography and gap dynamics in a tropical rain forest. *Ecology*, 69(4), 1234–1239. <https://doi.org/10.2307/1941275>.
- Matanubun, H., & Maturbongs L. 2005. Sago palm potential, biodiversity and social-cultural consideration for industrial sago development in Papua, Indonesia. Di dalam : Yan P. Karafir, Foh. S. Jong, and Victor E. Fere, editor. *Sago Palm Development and Utilization. Proceeding of the eighth International sago symposium*; Jayapura, Aug 4–6, 2005. Manokwari : Universitas Negeri Papua. hlm 41–54.
- Maturbongs, J. A., Wanggai, Y. S., & Sumule, A. I. 2020. Komposisi herpetofauna pada hutan sago di Distrik Ai tino, Papua Barat. *Jurnal Biologi Papua*, 12(1), 30–40. <https://doi.org/10.31957/jbp.122916>
- McClatchey W, Manner HI, Elevitch CR. 2006. *Metroxylon amicarum*, *M. paulcoxii*, *M. sago*, *M. salomonense*, *M. vitiense*, and *M. warburgii* (sago palm). Species Profile for Pacific Island Agroforestry. Traditional Tree Initiative. <http://www.agroforestry.net/tti/Metroxylon-sagopalm.pdf>.
- McGill, B. J., Etienne, R. S., & Gray, J. S. 2007. Species abundance distributions: Moving beyond single prediction theories to

- integration within an ecological framework. *Ecology Letters*, 10(10), 995–1015. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01094.x>
- Mendoza, E., & Dirzo, R. 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): Inferences from historical and ecological data. *Conservation Biology*, 13(1), 190–200. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1999.97228>.
- Miyazaki, A., Watanabe, D., Yamamoto, Y., & Jong, F. S. 2011. Effect of Plant Aging on Root Development of Sago Palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) Grown in Tebing Tinggi Island, Riau Province and in Kendari, Southeast Sulawesi in Indonesia. *Tropical Agriculture and Development*, 55(3), 106–112. ResearchGate+1J-STAGE+1
- Mori, Y., Takahashi, H., & Watanabe, Y. 2017. Molecular mechanisms of flood tolerance in *Metroxylon sagu*. *Plant Physiology Reports*, 35(2), 145–154. <https://doi.org/10.1007/s40502-017-0290-5>
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons.
- Muhdi. 2005. Struktur dan Dinamika tegakan Sebelum dan Sesudah Pemanenan Kayu di Hutan Alam. Medan : Univesritas SumateraUtara. e-USU Repository.
- Munns, R., & Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–681.
- Mustajärvi, K., Siikamäki, P., Rytkönen, S., & Lammi, A. 2001. Consequences of plant population size and density for plant–pollinator interactions and plant performance. *Journal of Ecology*, 89(3), 502–511. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2001.00554.x>
- Nagajyoti, P. C., Lee, K. D., & Sreekanth, T. V. M. 2010. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 8(3), 199–216.
- Naisila, S.P.N.K., Chairunnisa, V.O., & Viratama, I.P. 2024. Tumbuhan. *Bioedutech: Jurnal Biologi, Pendidikan Biologi, dan Teknologi Kesehatan*, 2(2), 193–203. <https://doi.org/10.572349/biedutech.v2i2.1687jurnal.anfa.co.id>

- Nathan, R., & Muller-Landau, H. C. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(7), 278-285. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)01874-7](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01874-7)
- Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., & Purvis, A. 2015. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545), 45-50. <https://doi.org/10.1038/nature14324>
- Niemi, G. J., & McDonald, M. E. 2004. Application of ecological indicators. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35, 89-111. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.112202.130132>
- Noss, R. F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4(4), 355-364. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1990.tb00309.x>
- Notohadiprawiro, T., & Louhenapessy, J.E. 1993. Potensi sagu dalam penganekaragaman bahan pangan pokok ditinjau dari persyaratan lahan. Di dalam : *Pemanfaatan dan Pengelolaan Hutan Sagu dalam Rangka Pengembangan Bagian Timur Wilayah Indoensia Khususnya Provinsi Maluku. Prosiding Simposium Sagu Nasional*; Ambon, 12-13 Oktober 1992. Ambon : Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. hlm 99-106.
- Noverita, & Bintoro, M. H. 2012. *Degradation of Sago Palm Ecosystem in Peatland of Indonesia*. *Indonesian Journal of Agriculture*, 17(3), 187-195.
- Nurmiaty, Syamsuddin, Y., & Rahman, A. 2020. Keanekaragaman burung di ekosistem sagu dan mangrove di pesisir Sulawesi Selatan. *Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 12(1), 12-21. <https://doi.org/10.35580/biodik.v12i1.11694>
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. 2005. *Fundamentals of Ecology* (5th ed.). Brooks/Cole, Belmont.
- Ono, K., Watanabe, M., & Ehara, H. 2014. Photosynthetic performance of sago palm under varying light and water conditions. *Plant Production Science*, 17(1), 52-60.
- Onodera, H., Suryadi, A., & Subagyo, A. 2013. Root adaptations of sago palm in swampy environments. *Tropical Plant Biology*, 6(2-3), 133-140. <https://doi.org/10.1007/s12042-013-9120-z>

- Osaki, M., & Tsuji, N. 2016. *Tropical Peatland Ecosystems*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-4-431-55681-7>
- Osaki, M., Tsuji, N., & Muto, Y. 2021. Sustainability of sago palm-based agroforestry in tropical peatland of Indonesia. *Tropical Peatlands and Climate Change*, 5(3), 101–110. <https://doi.org/10.1007/s11273-021-09815-9>
- Page, S. E., Rieley, J. O., & Banks, C. J. 2006. Global and regional importance of the tropical peatland carbon pool. *Global Change Biology*, 17(2), 798–818. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01200.x>
- Parmesan, C. 2006. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 637–669. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100
- Parolin, P., De Simone, O., Haase, K., Waldhoff, D., Rottenberger, S., Kuhn, U., Kesselmeier, J., Schmidt, W., & Piedade, M. T. F. 2013. Central Amazon floodplain forests: tree adaptations in a pulsing system. *The Botanical Review*, 70(3), 357–380. [https://doi.org/10.1663/0006-8101\(2004\)070\[0357:CAFFTA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0006-8101(2004)070[0357:CAFFTA]2.0.CO;2)
- Pearson, R. G., & Dawson, T. P. 2003. Predicting the Impacts of Climate Change on the Distribution of Species: Are Bioclimatic Models Useful? *Global Ecology & Biogeography*, 12(5), 361–371. DOI: 10.1046/j.1466-822X.2003.00078.x
- Pereira, J. T., Ravikanth, G., & Uma Shaanker, R. 2016. Pollination biology of the wild palm *Caryota mitis* and its implications for the conservation of tropical forest fragments. *Plant Ecology*, 217(8), 959–972. <https://doi.org/10.1007/s11258-016-0627-z>
- Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 637–669.
- Peterson, R., Lim, L. S., & Abdullah, M. T. 2020. Nocturnal pollination by fruit bats: A review of current knowledge and future directions. *Mammal Review*, 50(4), 402–415. <https://doi.org/10.1111/mam.12204>
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts

- and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345–353.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- Pranata, R., Karepesina, S., & Botanri, S. 2018. Distribusi Spasial Tumbuhan Sagu (*Metroxylon* spp.) di Pulau Ambon. *Jurnal Agrohut*, 9(2), 1–10. <https://doi.org/10.51135/agh.v9i2.10J-STAGE+4Unidar E-Journal+4Unidar E-Journal+4>
- Prasad, M. N. V., & Freitas, H. 2003. Metal hyperaccumulation in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22(6), 567–575.
- Purwono, A., & Setyawan, A. 2008. Adaptasi tanaman sagu di lahan rawa Indonesia. *Jurnal Biologi Tropika*, 4(1), 45–53.
- Putra, D. A., Santoso, P., & Wibowo, T. 2018. Physiological responses of *Metroxylon* sagu to anaerobic soil conditions. *Journal of Plant Physiology*, 56(4), 255–264.
<https://doi.org/10.1016/j.jplphys.2018.02.009>
- Rahman, A., Sulaiman, A., & Wahyudi, A. 2017. The influence of humidity on sago palm (*Metroxylon sagu*) growth in tropical wetlands. *Journal of Wetland Ecology*, 11(1), 56–64.
<https://doi.org/10.1002/jwe.111056>
- Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. 2005. *Biology of Plants* (7th ed.). W. H. Freeman and Company. Cambridge University Press.
- Ravindran, R., Jaiswal, A. K., & Jaiswal, S. 2018. A Comprehensive Review on the Utilization of *Arenga pinnata*. *Industrial Crops and Products*, 124, 217–230.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.019>
- Rengel, Z. 2003. *Handbook of soil acidity*. CRC Press, pp. 1–456.
<https://doi.org/10.1201/9780203486455>
- Ricklefs, R. E. 2004. A comprehensive framework for global patterns in biodiversity. *Ecology Letters*, 7(1), 1–15.
<https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2003.00554.x>
- Rieley, J.O., Page, S.E., & Setiadi, B. 1996. *Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands*. Samara Publishing Limited.
- Rifai, M. A., Nugroho, S. P., & Wibowo, A. 2020. Vegetation structure in swamp forest dominated by sago palm in Papua. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 17(3), 211–223.
<https://doi.org/10.20886/jphka.2020.17.3.211-223>

- Rifai, M. A., & Silitonga, S. 2008. Penyerbukan dan perkembangan bunga sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) di habitat rawa Maluku. *Buletin Palma*, 33(2), 77–84.
- Rombo, E. R., Rumahlewang, I. L., & Salampessy, M. 2018. Potensi larva kumbang sagu (*Rhynchophorus ferrugineus*) sebagai sumber protein masyarakat adat di Maluku. *Jurnal Ilmu Kehutanan Tropika*, 10(2), 55–63. <https://doi.org/10.22146/jik.40238>
- Rostiwati T, Y Lisnawati, S Bustomi, B Leksono, D Wahyono, S Pradjadinata, R Bogidarmanti, D Djaenudin, E Sumadiwangsa & N Haska. 2008. Sagu (*Metroxylon* spp.) Sebagai Sumber Energi Bio-etanol Potensial. Bogor, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Badan Litbang Kehutanan.
- Russon, A. E., Wich, S. A., Ancrenaz, M., & Marshall, A. J. 2009. Orangutan seed dispersal and the restoration of degraded tropical rain forests. In S. A. Wich, S. S. Utami Atmoko, T. M. Setia, & C. P. van Schaik (Eds.), *Orangutans: Geographic variation in behavioral ecology and conservation* (pp. 255–268). Oxford University Press.
- Sage, R. F., & Monson, R. K. 1999. *C4 Plant Biology*. Academic Press.
- Sala, O. E., Chapin, F. S., & Armesto, J. J. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287(5459), 1770–1774. <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>
- Salwanaina, C. N. A., & Hidayah, N. M. N. 2025. Analisis Klasifikasi Tipe Iklim dari Data Curah Hujan menggunakan Metode Schmidt Ferguson di Kota Bandung. *SABER: Jurnal Teknik Informatika, Sains dan Ilmu Komunikasi*, 3(1), 178–187. <https://doi.org/10.59841/saber.v3i1.2205>
- Santoso, H., et al., 2011. Root adaptation of sago palm to waterlogged conditions. *Indonesian Journal of Botany*, 38(1), 67–74. <https://doi.org/10.1007/s11258-011-9604-3>
- Savitri, R., Sutanto, H., & Sari, D. A. P. 2020. Mapping the distribution of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) using remote sensing and GIS in Riau, Indonesia. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 17(1), 67–76. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2020.v17.a3280>
- Schwinning, S., & Ehleringer, J. R. 2001. Water use trade-offs and optimal adaptations to pulse-driven arid ecosystems. *Journal of*

- Ecology*, 89(3), 464–480. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2001.00576.x>
- Setiadi D. 2005. Keanekaragaman spesies tingkat pohon di Taman Wisata Alam Ruteng, Nusa Tenggara Timur. *J Biodiversitas* 6 (2) : 118–122.
- Setiadi, D., Muhadiono, I., & Yusron A. 1989. *Penuntun Praktikum Ekologi*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Shanahan, M., So, S., Compton, S. G., & Corlett, R. 2001. Fig-eating by vertebrate frugivores: A global review. *Biological Reviews*, 76(4), 529–572. <https://doi.org/10.1017/S1464793101005760>
- Silalahi, A.V. 2024. Kebijakan pengembangan sagu Nasional : Potensi, Tantangan dan peluang sagu untuk ketahanan pangan. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian RI. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/>
- Silalahi, M., Hutaeruk, T., & Ginting, T. M. 2018. Suksesi vegetasi pada lahan basah pasca penebangan sagu. *Jurnal Biologi Tropis*, **18**(2), 125–132. <https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.113>
- Silitonga, T. S., Sinaga, M., & Hasibuan, H. 2012. Studi toleransi sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) terhadap pH tanah dan kadar salinitas. *Jurnal Tanaman Tropika*, **13**(1), 45–52. <https://doi.org/10.14710/jtt.13.1.45-52>
- Silvertown, J., & Charlesworth, D. 2001. *Introduction to Plant Population Biology* (4th ed.). Blackwell Science.
- Silvertown, J., Dodd, M. E., Gowing, D. J., & Mountford, J. O. 1999. Hydrologically defined niches reveal a basis for species richness in plant communities. *Nature*, 400(6739), 61–63. <https://doi.org/10.1038/21877>
- Silvertown, J., Franco, M., & Harper, J. L. 2001. *Plant Population Biology* (3rd ed.). Oxford: Blackwell Science.
- Simberloff, D. 2000. Global climate change and introduced species in United States forests. *The Science of the Total Environment*, 262(3), 253–261. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(00\)00527-9](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00527-9).
- Singhal, R. S., Kennedy, J. F., Gopalakrishnan, S. M., Kaczmarek, A., Knill, C. J., & Akmar, P. F. 2016. Industrial production, processing, and

- utilization of sago palm-derived products. *Carbohydrate Polymers*, 134, 546–553.
- Sjachrul M. 1993. Tinjauan pengolahan sagu di pabrik PT. Inhutani I Kao Maluku Utara. Di dalam : Pemanfaatan dan Pengelolaan Hutan Sagu dalam Rangka Pengembangan Bagian Timur Wilayah Indoensia Khususnya Provinsi Maluku. Prosiding Simposium Sagu Nasional; Ambon, 12-13 Oktober 1992. Ambon : Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. hlm 151-157.
- Slik, F. W., Paoli, G., McGuire, K., Amaral, I., Dallmeier, F., Campbell, G., & Wulff, R. 2010. Large Trees Drive Forest Aboveground Biomass Variation in Moist Tropical Forests. *Global Ecology and Biogeography*, 19(5), 606–614. DOI: 10.1111/j.1466-8238.2010.00548.x
- Slik, J. W. F., Verburg, R. W., & Kessler, P. J. A. 2002. Effects of fire and selective logging on the tree species composition of lowland dipterocarp forest in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversity & Conservation*, 11(1), 85–98. <https://doi.org/10.1023/A:1014029710850>.
- Smith, H. 2000. Phytochromes and light signal perception by plants—an emerging synthesis. *Nature*, 407(6804), 585–591. <https://doi.org/10.1038/35036500>
- Smith, S. E., & Read, D. J. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis* (3rd ed.). Academic Press.
- Soerianegara, I., & Indrawan, A. 2002. *Ekologi Hutan Indonesia*. Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Suendo, V., & Viridi, S. 2011. *Ab initio calculation of UV-Vis absorption spectra of a single molecule chlorophyll a: Comparison study between RHF/CIS, TDDFT, and semi-empirical methods*. arXiv preprint arXiv:1105.3766.arXiv
- Sugandi, R., & Yanti, R. 2018. Pengembangan Buku Ajar Karakteristik Morfologi Tumbuhan untuk Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Jurnal Basicedu*, 2(2), 1596–1605.Jbasic
- Suripatty, B. A., Poedjirahajoe, E., Pudyatmoko, S., & Budiadi. 2016. Pertumbuhan Sagu (*Metroxylon* sp) di Hutan Alam Papua. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 1(2), 151–159.
- Suripatty, B. A. 2018. Hubungan Pertumbuhan Varietas Sagu (*Metroxylon sago* Rottb) dengan Faktor Lingkungan di Desa

- Seget Papua Barat. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 14(1), 8–15.
<https://doi.org/10.30598/jbdp.2018.14.1>. 8UNPATTI OJS
- Suryana A. 2007. Arah dan strategi pengembangan sagu di Indonesia. Makalah disampaikan pada Lokakarya Pengembangan Sagu Indonesia. Batam, 25–26 Juli 2007.
- Suryani, E., Kasim, S., & Daud, N. 2019. Optimal temperature ranges for *Metroxylon sagu* growth under controlled environment. *Asian Journal of Plant Sciences*, 18(2), 84–90.
<https://doi.org/10.3923/ajps.2019.84.90>
- Sutherland, W. J. 2006. *Ecological Census Techniques: A Handbook*. Cambridge University Press.
- Syafitri, R., & Nugroho, P. 2015. Root adaptations of *Metroxylon sagu* in peat swamp forests. *Plant and Soil*, 392(1–2), 45–56.
<https://doi.org/10.1007/s11104-015-2547-3>
- Syekhfani. 1997. *Hara-Air-Tanah-Tanaman*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang.
- Tanaka, N., Sasaki, Y., Mowjood, M.I.M., Jinadasa, K.B.S.N., & Homchuen, S. 2007. Coastal vegetation structures and their functions in tsunami protection: Experience of the recent Indian Ocean tsunami. *Landscape and Ecological Engineering*, 3(1), 33–45.
<https://doi.org/10.1007/s11355-006-0013-9>
- Tanaka, A., Yamamoto, N., & Hashimoto, Y. 2019. Elevated CO₂ enhances starch accumulation in *Metroxylon sagu*. *Photosynthetica*, 57(1), 30–38. <https://doi.org/10.32615/ps.2019.006>
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. 2015. *Plant physiology and development*. Sinauer Associates, 6th ed., pp. 1–761. ISBN: 9781605352558
- Ter Braak, C. J. F., & Prentice, I. C. 1987. A Theory of Gradient Analysis. *Advances in Ecological Research*, 18, 271–313. DOI: 10.1016/S0065-2504(08)60183-X
- Tester, M., & Langridge, P. 2010. Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*, 327(5967), 818–822.
<https://doi.org/10.1126/science.1183700>
- Ter Steege, H., Pitman, N. C. A., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomão, R. P., Guevara, J. E., & Silman, M. R. 2013. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*, 342(6156), 1243092.
<https://doi.org/10.1126/science.1243092>

- Thomas, B., & Vince-Prue, D. 1997. *Photoperiodism in Plants* (2nd ed.). Academic Press.
- Thuiller, W., Lavorel, S., & Araújo, M. B. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(23), 8245–8250. <https://doi.org/10.1073/pnas.0409902102>
- Tilman, D. 1988. *Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities*. Princeton University Press.
- Tilman, D. 1990. Mechanisms of plant competition for nutrients: The elements of a predictive theory of competition. In J. B. Grace & D. Tilman (Eds.), *Perspectives on Plant Competition* (pp. 117–141). Academic Press.
- Tilman, D. 1994. Competition and biodiversity in spatially structured habitats. *Ecology*, 75(1), 2–16. <https://doi.org/10.2307/1939377>
- Tilman, D., Lehman, C. L., & Thomson, K. T. 1997. Plant diversity and ecosystem productivity: Theoretical considerations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(5), 1857–1861. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.5.1857>
- Tjitrosoedirdjo, S. S., Adiwilaga, K. T., & Kartawinata, K. 2009. The role of frugivorous birds and bats in seed dispersal in sago palm communities. *Reinwardtia*, 12(3), 237–250. <https://doi.org/10.14203/reinwardtia.v12i3.363>
- Tjondronegoro, H., Munandar, A., & Wicaksono, H. 2018. Soil acidity tolerance of sago palm (*Metroxylon sagu*) on peat swamp forests. *Indonesian Journal of Agronomy*, 46(3), 143–150. <https://doi.org/10.24831/jai.v46i3.143>
- Uluputty, M.R., Botanri, S., Kamsurya, M., Pelu, J., Goo, N., La Habi, M., & Umasangadji, A. 2025. Association of sago plants with weeds in agroecosystem in Ambon Island, Maluku, Indonesia. *Biodiversitas J*, Vol. 26(7) : 3105–3112. DOI: 10.13057/biodiv/d260702
- Umezaki, M., Ohtsuka, R., & Yamauchi, T. 2000. Impact of population pressure on food production: An analysis of land use change and subsistence pattern in Papua New Guinea. *Human Ecology*, 28(3), 359–374. <https://doi.org/10.1023/A:1007073011617>
- Valladares, F., & Niinemets, Ü. 2008. Shade tolerance, a key plant feature of complex nature and consequences. *Annual Review of*

- Ecology, Evolution, and Systematics*, 39, 237–257.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173506>
- Van Bael, S. A., Brawn, J. D., & Robinson, S. K. 2008. Birds defend trees from herbivores in a Neotropical forest canopy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(33), 11509–11513.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0801369105>
- Van der Heijden, M. G., Bardgett, R. D., & van Straalen, N. M. 2008. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity. *Ecology Letters*, 11(3), 296–310.
- Van der Heijden, M. G., Klironomos, J. N., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf-Engel, R., Boller, T., & Sanders, I. R. 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature*, 396(6706), 69–72.
<https://doi.org/10.1038/23932>
- Violle, C., Navas, M. L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., & Garnier, E. 2007. Let the Concept of Trait Be Functional! *Oikos*, 116(5), 882–892. DOI: 10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x
- Vita, S. 2017. Karakteristik Tanaman Sagu (*Metroxylon* sp.) Lokal di Kecamatan Bengkalis. Skripsi, UIN Suska.
- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., & Foolad, M. R. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*, 61(3), 199–223. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.05.011>
- Wahyudi, D., & Basuki, T.M. 2021. Soil physical properties and sago palm growth in different land types. *Journal of Agronomy and Soil Science*, 20(2), 200–209. <https://doi.org/10.1002/jass.2021.200>
- Walther, G.-R., Post, E., & Convey, P. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416(6879), 389–395.
<https://doi.org/10.1038/416389a>
- Weigelt, A., & Jolliffe, P. 2003. Indices of plant competition. *Journal of Ecology*, 91(5), 707–720. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.2003.00805.x>
- Wenny, D. G., Devault, T. L., Johnson, M. D., Kelly, D., Sekercioglu, C. H., Tomback, D. F., & Whelan, C. J. 2016. The need to quantify ecosystem services provided by birds. *The Auk*, 133(1), 1–16.
<https://doi.org/10.1642/AUK-15-0131.1>
- Whitmore, T. C. 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology*, 70(3), 536–538. <https://doi.org/10.2307/1940194>

- Whitmore, T. C. (1998). *An Introduction to Tropical Rain Forests* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Widyastuti, R., Sari, D. K., & Widodo, W. D. 2022. Fauna tanah dan perannya dalam ekosistem sagu di Kabupaten Sorong Selatan. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 24(1), 27–34. <https://doi.org/10.15608/jtl.v24i1.1152>
- Willis, K. J., & Whittaker, R. J. 2002. Species diversity–scale matters. *Science*, 295(5558), 1245–1248. <https://doi.org/10.1126/science.1067335>
- Wiryawan, B., Simanjuntak, H., & Iskandar, J. 2005. Ikan-ikan kecil pada sistem agroekologi lahan basah sagu. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 5(2), 85–94. <https://doi.org/10.32491/jii.v5i2.364>
- Woodward, F. I., Lomas, M. R., & Kelly, C. K. 2004. Global climate and the distribution of plant biomes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 359(1450), 1465–1476. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1525>
- Wright, S. J. 2002. Plant diversity in tropical forests: A review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia*, 130(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s004420100809>
- Yamada, T., Yusof, N. M., & Ehara, H. 2014. Optimization of culture conditions for callus induction from sago palm (*Metroxylon sagu*) explants. *Plant Biotechnology Reports*, 8(1), 47–54. <https://doi.org/10.1007/s11816-013-0271-6>
- Yamada, T., Watanabe, H., & Ehara, H. 2015. Environmental factors affecting seed germination and early growth of *Metroxylon sagu* Rottb. *Tropical Agriculture and Development*, 59(2), 97–104. <https://doi.org/10.11248/jsta.59.97>
- Yamamoto, Y. 2013. Growth characteristics of sago palm under various environmental conditions. *Tropical Agriculture and Development*, 57(2), 75–82.
- Yamamoto, Y., Ehara, H., & Bintoro, M. H. 2017. *Climate Change Impact on Growth and Starch Accumulation of Sago Palm in Southeast Asia*. *Plant Production Science*, 20(4), 412–420.
- Yamamoto, Y., Ehara, H., & Karim, M. 2018. Growth and adaptation of sago palm under low-oxygen soil environments. *Plant Ecology*, 219(9), 1065–1076. <https://doi.org/10.1007/s11258-018-0852-7>

- Yamamoto, Y., Ehara, H., & Toyoda, Y. 2014. Growth and reproductive behavior of *Metroxylon sagu* under different hydrological conditions. *Plant Production Science*, 17(3), 284–292.
- Yamamoto, Y., Kojima, K., & Watanabe, T. 2014. Evaluation of the sago palm as a sustainable crop for food and bioenergy in tropical swamp areas. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29(3), 211–219. <https://doi.org/10.1017/S1742170513000250>
- Yamamoto, Y., Nakamura, R., & Ehara, H. 2018. Growth and physiological responses of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) under waterlogged and low-oxygen conditions. *Plant Production Science*, 21(4), 277–289. <https://doi.org/10.1080/1343943X.2018.1499823>
- Yamamoto, Y., Nakamura, S., & Suzuki, T. 2004. Sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.): A potential starch source for food and industry. *Tropical Agriculture and Development*, 48(2), 43–50. <https://doi.org/10.11248/jsta.48.43>
- Yamamoto, Y., Sudo, S., & Ehara, H. 2014. Diversity and conservation of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) genetic resources in Indonesia. *Tropical Agriculture and Development*, 58(2), 39–46. <https://doi.org/10.11248/jsta.58.39>
- Yamamoto, Y., & Takeda, H. 2005. Growth characteristics and biomass productivity of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) under different water conditions. *Environmental Control in Biology*, 43(4), 275–281. <https://doi.org/10.2525/ecb.43.275>
- Yamamoto, Y., & Takeda, K. 2008. Growth characteristics and starch productivity of sago palm in different peatland conditions in Sumatra. *Journal of Peatland Studies*, 2(1), 34–41. <https://doi.org/10.1007/s00374-008-0289-4>
- Yen, D. E. 1991. Domestication: The lessons from New Guinea. In A. G. R. McEwen (Ed.), *Man and a Half: Essays in Pacific Anthropology and Ethnobiology in Honour of Ralph Bulmer* (pp. 558–569). The Polynesian Society.
- Yoshida, S., & Tomlinson, P.B. 2014. Light response and photosynthetic behavior in sago palm. *Annals of Botany*, 113(1), 1–9. <https://doi.org/10.1093/aob/mct246>

- Yuliana, Y., Suharno, S., & Laba, A. 2016. Keanekaragaman mamalia kecil di hutan sagu Kabupaten Merauke, Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 8(2), 79–88. <https://doi.org/10.31957/jbp.82284>
- Yulistyarini, T. 2016. Ekologi dan potensi sagu sebagai tanaman lahan marginal. *Jurnal Biologi Tropis*, 16(1), 51–59. <https://doi.org/10.29303/jbt.v16i1.51>
- Yumoto, T., Kawamitsu, Y., & Ehara, H. 2019. Resource competition and clonal growth in sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) populations. *Tropical Agriculture and Development*, 63(2), 67–76. <https://doi.org/10.11248/jsta.63.67>
- Zainab, N., Bintoro, M. H., & Syam, H. 2013. Analisis Keragaman Genetik Tanaman Sagu (*Metroxylon sagu*) Menggunakan Penanda RAPD Berdasarkan Isolasi Geografis di Sumatera. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 18(1).
- Zarco-Tejada, P. J., Berni, J. A. J., Suárez, L., Sepulcre-Cantó, G., Morales, F., & Miller, J. R. 2014. Assessment of Hyperspectral and Thermal Imagery Acquired with a Man-Portable Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Vegetation Monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 152, 281–295. DOI: 10.1016/j.rse.2014.06.012
- Zhao, J., Fang, J., Zhang, C., & Xu, X. 2019. Effects of plant spatial pattern on ecosystem functions: A review. *Ecological Research*, 34(2), 149–161. <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12096>

ROFIL PENULIS



Dr. Ir. Samin Botanri, M.P. lahir di Kaululy Negeri Kaitetu Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah Provinsi Maluku pada tanggal 07 September 1962. Dunia Pendidikan diawali pada tahun 1970 dengan memasuki Sekolah Dasar Negeri Kaululy dan lulus pada tahun 1976. Pada tahun 1979 lulus SMP Negeri Hila-Kaitetu. Pada tahun 1982 tamat SMA Negeri 3 Ambon, lulus Sarjana Pertanian

(Ir) tahun 1988 pada Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Pattimura Ambon. Pada tahun 1999 menyelesaikan studi Magister (S2) di Program Studi Pengelolaan Tanah dan Air pada Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya Malang. Studi Doktorat (S3) diselesaikan di Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor (IPB) dan memperoleh gelar Doktor (Dr) tahun 2011 dalam bidang Ilmu Ekologi Tumbuhan. Pada tahun 1990 diangkat menjadi dosen PNS dalam lingkup Kopertis Wilayah IX Ujung Pandang (Makassar) dipekerjakan pada Universitas Darussalam (Unidar) Ambon. Pada tahun 1994 dipindahkan ke Kopertis Wilayah XII Maluku dan Maluku Utara ditempatkan pada Perguruan Tinggi yang sama. Pada tahun 1994-1997 menjabat sebagai Ketua Jurusan Budidaya Tanaman, antara tahun 2002-2004 menjabat sebagai Kepala Pusat Penelitian. Pada tahun 2004-2006 dan 2014-2017 menjabat sebagai Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) Unidar Ambon. Pada tahun 2017-2021 bertugas sebagai Dekan Fakultas Pertanian dan Kehutanan. Pernah bekerja sebagai Staf Ahli Komisi B DPRD Provinsi Maluku dalam bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam antara tahun 2011-2020. Kemudian sejak bulan Januari 2025-sekarang kembali bekerja sebagai staf ahli Komisi II DPRD Provinsi Maluku. Menulis karya ilmiah nasional dan internasional, antara lain : 1). Struktur Populasi Tumbuhan Sagu

(*Metroxylon* spp.) di Pulau Seram Provinsi Maluku (2010), 2). Studi Ekologi Tumbuhan Sagu (*Metroxylon* spp.) dalam Komunitas Alami di Pulau Seram, Maluku (2011), 3). Adaptasi Tanaman Sagu (*Metroxylon* spp.) Pada Lahan Marjinal, Potensi Tegakan, dan Kapasitas Produksi Pati Sagu di Pulau Seram Provinsi Maluku (2017), 4). Mekanisme Pembentukan Rumpun Sagu (*Metroxylon* spp.) (2014), 5). Sago Palm Biodiversity In Seram Island Maluku Province, Indonesia (2018), 6). Distribusi Spasial Tumbuhan Sagu (*Metroxylon* spp.) di Pulau Ambon (2018), 7). Interaksi Faktor Tanah dalam Habitat Sagu (*Metroxylon* spp.) dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan Rumpun dan Produksi Pati Sagu (2021), 8). Habitat Characteristic of Sago Palm (*Metroxylon* spp.) at the Seram Island, Maluku (2022), 9). Penyebaran Spasial dan Potensi Tumbuhan Sagu (*Metroxylon* spp.) di Pulau Seram, Maluku (2023), 10). Utilization of Sago Plants (*Metroxylon* spp.) as a Bioindicator of Water Springs (2024), dan 11). Association of Sago Plants with Weeds in Agroecosystem in Ambon Island, Maluku, Indonesia (2025).



Dr. Marwanyani Kamsurya, S.P., M.P.

Lahir di Talaga Negeri Piru Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku pada tanggal 29 September 1966. Lulus SD Negeri Talaga tahun 1980 dan menyelesaikan studi pada SMP Negeri Piru tahun 1983. Pada tahun 1986 tamat SMA Negeri 3 Ambon, lulus Sarjana Pertanian (SP) tahun 1995 pada Program Studi Agronomi Fak. Pertanian Univ. Pattimura Ambon. Pada tahun 2002 menyelesaikan studi Magister (S2) di Program Studi Ilmu Tanaman Program Pasca Sarjana Univ. Brawijaya Malang. Studi S3 (Doktoral) diselesaikan di Sekolah Pasca Sarjana Univ. Hasanuddin Makassar tahun 2023, dalam bidang Ilmu Pertanian. Pada tahun 2003 diangkat menjadi dosen Yayasan Darussalam Maluku pada Universitas Darussalam (Unidar) Ambon, dan pada tahun 2005 lulus sebagai dosen PNS dalam lingkup LLDIKTI Wilayah XII Maluku dan Maluku Utara dipekerjakan pada Univ. Darussalam Ambon. Pada tahun 2003-2005 menjabat sebagai Wakil Dekan pada Fak. Keguruan & Ilmu Pendidikan Unidar Ambon. Pada tahun 2007-2012 menjabat sebagai ketua Program Studi Budidaya Pertanian pada Fak. Pertanian & Kehutanan Unidar Ambon. Pada tahun 2023-sekarang menjabat sebagai Wakil Dekan Fak. Pertanian & Kehutanan Unidar Ambon. Menulis karya ilmiah nasional dan internasional, antara lain : 1). Dampak Alelopati Ekstrak Daun Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) (2014), 2). Penentuan Waktu Panen yang Tepat untuk Mendapatkan Benih Bermutu (2018), 3). Peran Bahan Organik dalam Mempertahankan dan Perbaikan Kesuburan Tanah Pertanian (2022), 4). Masa Panen dan Produksi Tanaman Cengkih Hutan (*Syzygium obtusifolium* L.) pada Elevasi Berbeda di Pulau Ambon Provinsi Maluku (2022), 5). Correlation of Flowering Phenology and Heat Unit of Forest Clove (*Syzygium obtusifolium* L.) at Different Elevation in Maluku Province, Indonesia (2022). Biodiversitas Journal Of Biological Diversity Vol. 23 (11): 5593-5599; 6). Characteristics of the Forest Clove Plant Organ (*Syzygium obtusifolium* L.) Endemic Maluku, Indonesia (2023) IOP Conf. Ser.: Earth

Environ. Sci. 1134 012030; 7). The Effect Micro Climate on The Flowering Phenology of Forest Clove Plants (2023). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1134 012031; 8). Role of soil parameters in forest clove (*Syzygium obtusifolium* L) habitat and their effects on phenology and production (2023). Biodiversitas Journal Of Biological Diversity Vol. 24 (9) : 4910-4918; 9). Utilization of Sago Plants (*Metroxylon* spp.) as a Bioindicator of Water Springs (2024), Biodiversitas Journal Of Biological Diversity Vol. 25 (4) : 1682-1690, dan 10). Association of Sago Plants with Weeds in Agroecosystem in Ambon Island, Maluku, Indonesia (2025). Biodiversitas Journal Of Biological Diversity Vol. 26 (7) : 3105-3112.