

Karakteristik Polen pada Spesies Mangrove di Kawasan Hutan Mangrove Batu Lumbang, Denpasar, Bali

Ni Kadek Rika Pramesti ^a, I Made Saka Wijaya ^{a,b}, Ni Made Gari ^{a*}

^a Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana. Jl Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali – Indonesia 80361

^b Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Universitas Udayana. Jl P.B. Sudirman, Dangin Puri Klod, Denpasar Barat, Kota Denpasar – Indonesia 80234

*Email: mdgari@unud.ac.id

Diterima (received) 9 Juni 2023; disetujui (accepted) 23 Januari 2024; tersedia secara online (available online) 14 Februari 2024

Abstract

The diversity of mangrove species in an area can be observed through morphological structure, anatomy, as well as palynology. Palynology is a study of pollen that frequently used as a reference to support data in identifying mangrove species. Mangrove areas in Bali have patchy distribution, one of which can be found in the Batu Lumbang area. Batu Lumbang is a mangrove area that is part of the Ngurah Rai Forest Park. Observation of the micromorphological characteristics of pollen in the Batu Lumbang mangrove forest area was carried out through the acetolysis method with modification. Eleven mangrove species were sampled, comprised of *Aegiceras corniculatum*, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*, *Exoecaria agallocha*, *Lumnitzera racemosa*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, and *Xylocarpus granatum*. The results of observations on pollen from eleven species of mangroves show similarities of pollen units, monads. In addition, other pollen characters such as aperture type, pollen shape, and pollen size categories found vary among the samples observed. These characters can also group several species that have the same family or genus. In turns, these can be used as diagnostic character to distinguish one species with another.

Keywords: mangrove; micromorphology; palynology; pollen

Abstrak

Keanekaragaman spesies mangrove di suatu wilayah dapat dilihat melalui struktur morfologi, anatomi, atau bahkan melalui studi palinologi. Studi palinologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang polen, yang mana data tersebut banyak digunakan sebagai acuan penunjang dalam mengidentifikasi spesies mangrove. Kawasan hutan mangrove di Bali, salah satunya dapat dijumpai di wilayah Batu Lumbang. Batu Lumbang merupakan hutan mangrove yang menjadi bagian dari kawasan Taman Hutan Raya (Tahura) Ngurah Rai. Pengamatan karakteristik morfologis polen di wilayah hutan mangrove Batu Lumbang dilakukan melalui metode asetolisis dengan modifikasi. Sebelas spesies mangrove yang dikoleksi terdiri dari *Aegiceras corniculatum*, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*, *Exoecaria agallocha*, *Lumnitzera racemosa*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, dan *Xylocarpus granatum*. Hasil pengamatan terhadap polen dari sebelas spesies mangrove menunjukkan adanya persamaan terhadap unit polen yaitu monad. Selain itu, untuk karakter polen lainnya seperti tipe aperture, bentuk polen, dan kategori ukuran polen yang ditemukan bervariasi. Karakter-karakter tersebut juga dapat mengelompokkan beberapa spesies yang memiliki famili atau genus yang sama atau bahkan bisa menjadi pembeda antara satu spesies dengan spesies lainnya.

Kata Kunci: mangrove; mikromorfologi; palinologi; polen

doi: <https://doi.org/10.24843/blje.2024.v24.i05.p05>



© 2019 by the authors; Content from this work may be used under the terms of the Creative Commons Attribution 3.0 licence. Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI. Published under licence by Udayana University, Indonesia.

1. Pendahuluan

Morfologi polen adalah kenampakan fisik yang dapat dilihat dari polen meliputi ukuran, bentuk, unit, aperture, dan ornamentasi eksin (Nugroho, 2014). Karakteristik morfologi polen banyak di bahas dalam studi palinologi. Studi palinologi penting dilakukan untuk mengeksplorasi beberapa aspek yang berkaitan dengan kelas dan bentuk serbuk sari, rasio P/E, pengukuran daerah polar dan ekuatorial, dan permukaan polen (Arora & Modi, 2008). Data palinologi dapat digunakan untuk mengetahui dinamika lingkungan yang terjadi pada masa lampau dan memberi gambaran mengenai tumbuhan yang pernah ada pada suatu wilayah sehingga dapat digunakan untuk merencanakan rehabilitasi ataupun konservasi tumbuhan pada wilayah tersebut (Setijadi & Rusmiyanto, 2014). Selain itu, karakteristik morfologi polen dapat menjadi salah satu acuan untuk identifikasi dan klasifikasi tumbuhan dari tingkat famili, genus, dan bahkan spesies sehingga dapat diketahui keanekaragaman tumbuhan yang terdapat pada suatu wilayah (Erdtman, 1952; Sarah *et al.*, 2017). Dalam sistematika modern, morfologi polen juga sangat berguna dalam mengklarifikasi hubungan sistematis dalam suatu taksa (kelompok) tumbuhan (Arora & Modi, 2008).

Batu Lumbang merupakan kawasan hutan mangrove dengan luas 85,9 hektar (Mursyid *et al.*, 2022). Kawasan ini adalah bagian dari kawasan Taman Hutan Raya (Tahura) Ngurah Rai dan dikelola oleh kelompok nelayan Segara Guna Batu Lumbang (Lugina *et al.*, 2017). Di wilayah ini terdapat berbagai spesies mangrove yang didominasi oleh spesies mangrove mayor, yaitu dari genus *Sonneratia*, *Rhizophora*, dan *Bruguiera* (Prinasti *et al.*, 2020). Spesies mangrove memiliki karakteristik yang khas, terutama pada struktur morfologi dan anatomi yang menunjukkan adaptasi terhadap lingkungan yang memiliki salinitas yang tinggi (Firmansyah, 2018; Matatula *et al.*, 2019). Hal ini tidak terlepas dari habitat mangrove yang hidup di daerah pasang surut. Disamping karakter morfologi dan anatomi, karakteristik mangrove juga dapat dipelajari melalui struktur morfologi polen (Qodriyyah *et al.*, 2015).

Melimpahnya komunitas mangrove di Bali diikuti dengan banyaknya penelitian mengenai mangrove, terutama di kawasan Tahura Ngurah Rai yang memiliki tutupan mangrove terluas di Bali. Beberapa diantaranya adalah korelasi tegakan mangrove terhadap simpanan karbon (Andiani *et al.*, 2021), regenerasi alami pada semai mangrove (Dewi *et al.*, 2021), struktur vegetasi mangrove berdasarkan karakteristik biofisik (Imamsyah *et al.*, 2021), struktur komunitas mangrove berdasarkan karakteristik substrat (Prinasti dkk., 2020), distribusi spasial dan indeks kesehatan mangrove pada tiga genus dominan (Sugiana *et al.*, 2022), dan perbandingan vegetasi mangrove di area alami dan bekas tambak (Wijaya *et al.*, 2023). Meskipun demikian, penelitian pendukung seperti data polen masih sangat kurang. Data polen dapat digunakan untuk memprediksi komunitas mangrove pada masa lampau, atau bahkan mengetahui pemanfaatan mangrove sebagai penghasil madu yang menjadi salah satu komoditas hutan bukan kayu yang komersial. Berdasarkan kondisi tersebut, maka diperlukan kajian mengenai karakteristik polen mangrove di Tahura Ngurah Rai, tepatnya di area hutan mangrove Batu Lumbang. Area Batu Lumbang telah memiliki akses yang memadai, baik melalui darat maupun laut, sehingga mampu memberikan variasi area jelajah dan habitat spesies mangrove yang banyak.

2. Metode Penelitian

2.1. Metode Penelitian dan Pengambilan Data

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai April 2023 bertempat di kawasan Hutan Mangrove Batu Lumbang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif sedangkan data yang dikumpulkan bersifat kualitatif dan kuantitatif. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu data primer yang diperoleh melalui pengamatan terhadap polen sebelas spesies mangrove di wilayah Hutan Mangrove Batu Lumbang. Sampel yang diambil berupa sampel segar dari total sebelas spesies mangrove. Spesies tersebut meliputi *Aegiceras corniculatum*, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorhiza*, *Ceriops tagal*, *Exoecaria agallocha*, *Lumnitzera racemosa*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Sonneratia alba*, *Sonneratia caseolaris*, dan *Xylocarpus granatum*.

Pengambilan data polen dilakukan melalui metode asetolisis dengan modifikasi. Polen mangrove diambil dari anther segar dari masing-masing spesies mangrove dan kemudian disimpan dalam alkohol

70% sebelum dilakukannya pengamatan. Polen mangrove dalam alhokol tersebut kemudian diambil menggunakan pipet tetes dan ditetaskan pada kaca preparat sebanyak satu hingga dua tetes. Cairan alkohol kemudian diganti dengan larutan Asam Asetat Glasial (AAG) : H₂SO₄ dengan perbandingan 9:1 selama tiga sampai lima menit. Tahap berikutnya yaitu penggantian larutan AAG : H₂SO₄ dengan alkohol 70% sebanyak dua tetes lalu selanjutnya ditutup menggunakan kaca penutup. Pengamatan polen secara mikroskopis dilakukan menggunakan mikroskop Optika perbesaran 40x10 dan Optilab. Polen yang diamati yaitu sebanyak 30 butir untuk masing-masing spesies mangrove.

2.2. Analisis Data

Polen hasil pengamatan yang didokumentasikan melalui Optilab dipastikan memperoleh gambar pada sumbu polar dan ekuatorial. Pengukuran sumbu polar dan ekuatorial polen dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Image Raster*. Hasil yang diperoleh kemudian digunakan untuk mengukur rasio polar dan ekuatorial, yang dikenal dengan rasio P/E dengan rumus:

$$Rasio = \frac{P}{E} \tag{1}$$

dimana *P* adalah panjang sumbu polar dan *E* adalah panjang sumbu ekuatorial.

Setelah diperoleh rasio P/E, maka ditentukan bentuk polen mangrove tersebut mengacu pada Erdtman (1952) yang ditunjukkan pada Tabel 1. Selain menentukan bentuk polen, ukuran polen juga dapat dikategorikan menjadi beberapa kelompok berdasarkan pengukuran sisi terpanjang dari polen tersebut yang mengacu pada Kremp (1965) dan dapat terlihat pada Tabel 2. Data juga ditampilkan dalam bentuk rata-rata (*mean*) dari pengukuran 30 butir polen untuk masing-masing spesies mangrove yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 1. Bentuk polen berdasarkan rasio P/E

Bentuk	Rasio P/E
Peroblate	< 0,50
Oblate	0,50-0,75
Suboblate	0,75-0,88
Oblate spheroidal	0,88-1,00
Prolate spheroidal	1,00-1,14
Subprolate	1,14-1,33
Prolate	1,33-2
Perprolate	> 2

Tabel 2. Kategori ukuran polen

Ukuran (µm)	Kategori
< 10	Sangat kecil
10-25	Kecil
25-50	Sedang
50-100	Besar
100-200	Sangat besar
> 200	Gigantik

3. Hasil dan Pembahasan

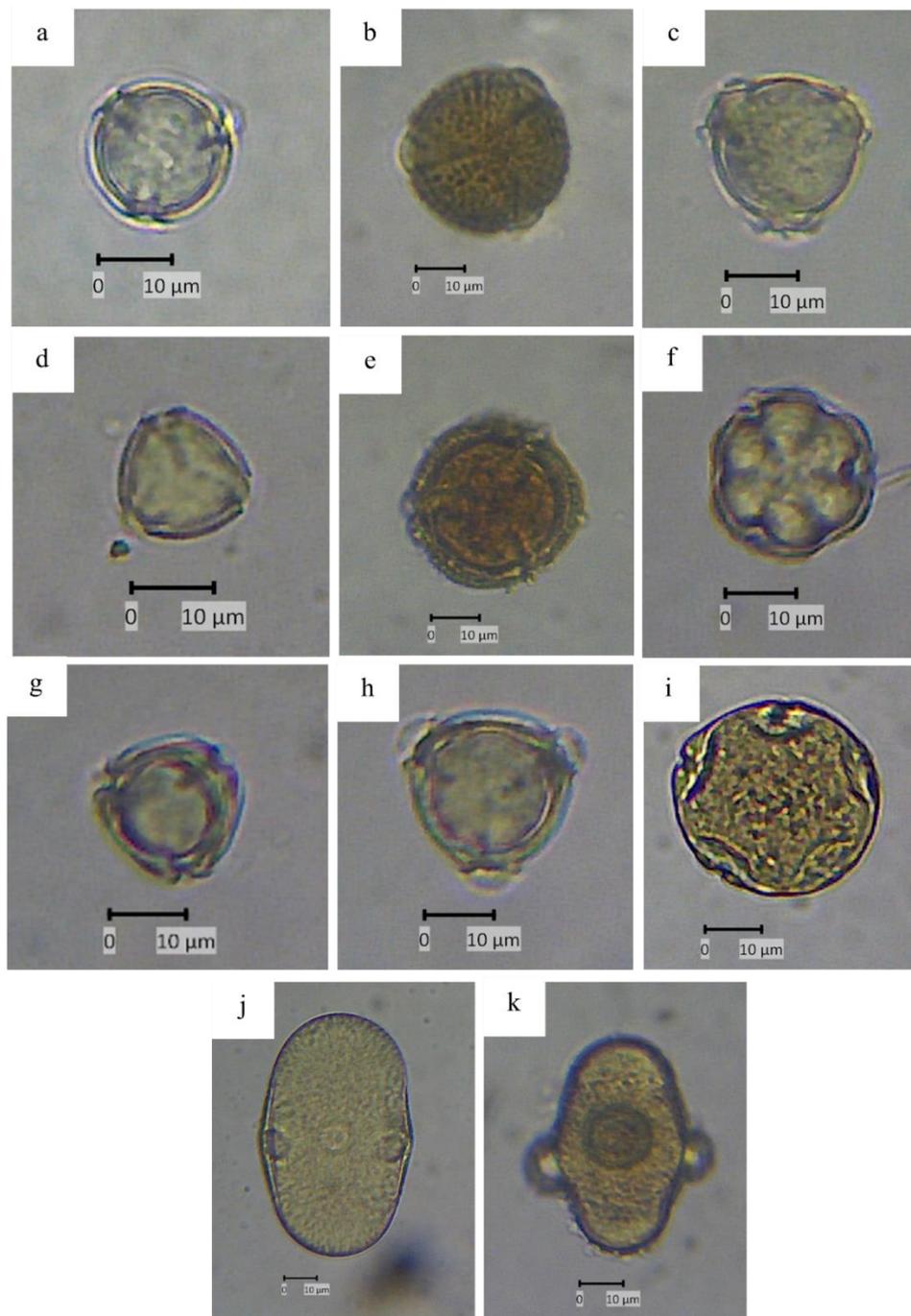
Karakter morfologis polen sebelas spesies mangrove yang terdapat di wilayah Hutan Mangrove Batu Lumbang ditampilkan dalam Tabel 3 dan visualisasi mikroskopik pada Gambar 1. Polen spesies mangrove yang ditemukan di wilayah Hutan Mangrove Batu Lumbang memiliki beberapa persamaan dan perbedaan dari segi unit polen, tipe aperture, kategori ukuran polen, dan bentuk polen berdasarkan rasio P/E. Unit polen yang dimiliki oleh seluruh polen yang ditemukan pada penelitian ini adalah monad. Menurut Simpson

(2010), tipe monad merupakan polen yang tersebar sebagai unit individu dan bukan dalam asosiasi dengan unit lainnya. Tipe ini sebagian besar ditemukan pada tumbuhan Angiospermae. Kemudian, berdasarkan bentuk polen, terdapat empat bentuk yang meliputi *oblate spheroidal*, *prolate spheroidal*, *subprolate*, dan *prolate*. Bentuk polen *oblate spheroidal* dimiliki oleh empat spesies meliputi *A. marina*, *B. gymnorhiza*, *C. tagal* dan *X. granatum*. Bentuk polen *prolate spheroidal* dimiliki oleh empat spesies meliputi *E. agallocha*, *R. apiculata*, *R. mucronata* dan *L. racemosa*. Selanjutnya, bentuk *subprolate* hanya dimiliki oleh *A. corniculatum* dan bentuk *prolate* dimiliki oleh *S. alba* serta *S. caseolaris*. Bentuk polen yang diperoleh ini mengacu pada hasil dari rasio P/E. Rasio P/E didefinisikan sebagai rasio panjang sumbu polar terhadap panjang sumbu ekuatorial sehingga polen dapat dikategorikan menjadi beberapa kelas (Punt *et al.*, 2007).

Karakteristik lain yang paling menonjol dari sebelas polen yang diamati adalah tipe aperturanya. Terdapat empat jenis apertura yang ditemukan dalam penelitian ini meliputi *tricolporate*, *triporate*, *heterocolpate*, dan *polycolporate*. Sebanyak tujuh dari sebelas spesies mangrove memiliki polen dengan tipe apertura *tricolporate*. Spesies tersebut meliputi *A. corniculatum*, *A. marina*, *B. gymnorhiza*, *C. tagal*, *E. agallocha*, *R. apiculata*, dan *R. mucronata*, sedangkan keempat spesies lainnya memiliki tipe apertura yang lebih spesifik. Tipe apertura spesifik contohnya adalah apertura *triporate* hanya dimiliki oleh genus *Sonneratia*, yaitu *Sonneratia alba* dan *S. caseolaris*, tipe apertura *heterocolpate* dimiliki oleh *L. racemosa*, dan tipe apertura yang terakhir yaitu *polycolporate* dimiliki oleh *X. granatum*.

Tabel 3. Karakteristik polen mangrove di kawasan hutan mangrove Batu Lumbang

No.	Nama spesies	Unit polen	Tipe apertura	Rata-rata diameter polar (P) (µm)	Rata-rata diameter ekuatorial (E) (µm)	Rasio P/E	Bentuk polen berdasarkan rasio P/E	Kategori ukuran polen
1.	<i>Aegiceras corniculatum</i>	Monad	Tricolporate	21.15±0.67	17.19±0.61	1.23	Subprolate	Kecil
2.	<i>Avicennia marina</i>	Monad	Tricolporate	30.27±1.06	30.83±1.39	0.98	Oblate spheroidal	Sedang
3.	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	Monad	Tricolporate	19.24±0.66	21.14±0.80	0.91	Oblate spheroidal	Kecil
4.	<i>Ceriops tagal</i>	Monad	Tricolporate	12.96±0.55	14.21±0.64	0.91	Oblate spheroidal	Kecil
5.	<i>Exoecaria agallocha</i>	Monad	Tricolporate	30.85±1.61	30.06±1.46	1.03	Prolate spheroidal	Sedang
6.	<i>Lumnitzera racemosa</i>	Monad	Heterocolpate	22.71±1.30	22.13±1.00	1.03	Prolate spheroidal	Kecil
7.	<i>Rhizophora apiculata</i>	Monad	Tricolporate	19.25±1.14	17.47±0.95	1.10	Prolate spheroidal	Kecil
8.	<i>Rhizophora mucronata</i>	Monad	Tricolporate	22.40±0.81	21.30±0.67	1.05	Prolate spheroidal	Kecil
9.	<i>Sonneratia alba</i>	Monad	Triporate	60.23±3.52	43.60±3.40	1.38	Prolate	Besar
10.	<i>Sonneratia caseolaris</i>	Monad	Triporate	47.19±2.85	34.54±2.31	1.37	Prolate	Sedang
11.	<i>Xylocarpus granatum</i>	Monad	Polycolporate	33.09±1.28	35.31±2.05	0.94	Oblate spheroidal	Sedang



Gambar 1. Polen dari sebelas spesies mangrove: (a) *Aegiceras corniculatum*; (b) *Avicennia marina*; (c) *Bruguiera gymnorrhiza*; (d) *Ceriops tagal*; (e) *Exoecaria agallocha*; (f) *Lumnitzera racemosa*; (g) *Rhizophora apiculata*; (h) *Rhizophora mucronata*; (i) *Xylocarpus granatum*; (j) *Sonneratia alba*; (k) *Sonneratia caseolaris*

Selain perbedaan terhadap bentuk polen dan tipe aperturanya, polen juga dapat dikategorikan berdasarkan ukuran polen. Polen yang termasuk kategori kecil meliputi *A. corniculatum*, *B. gymnorhiza*, *C. tagal*, *L. racemosa*, *R. apiculata*, dan *R. mucronata*. Polen yang termasuk kategori sedang, yaitu *A. marina*, *E. agallocha*, *S. caseolaris*, dan *X. granatum*. Selanjutnya, polen dengan kategori besar hanya dimiliki oleh *S. alba*.

Beberapa karakter yang diperoleh dari masing-masing polen dapat menjadi salah satu acuan dalam melakukan pengelompokan suatu tumbuhan dari tingkat famili, genus, maupun spesies. Contohnya adalah karakter polen dengan tipe apertura tricolporate, bentuk oblate spheroidal sampai prolate spheroidal, dan memiliki ukuran polen yang kecil dapat menjadi penanda karakter untuk mengelompokkan spesies-spesies mangrove yang termasuk ke dalam famili Rhizophoraceae. Kemudian, untuk membedakan genus yang termasuk famili Rhizophoraceae dapat menggunakan karakter bentuk polen. Bentuk polen oblate spheroidal dimiliki oleh genus *Bruguiera* dan *Ceriops*, sedangkan bentuk prolate spheroidal dimiliki oleh genus *Rhizophora*. Hal ini juga didukung oleh Mao *et al.* (2012) bahwa genus yang termasuk ke dalam famili Rhizophoraceae memiliki kesamaan karakter morfologis meliputi bentuk oblate spheroidal sampai subprolate dan memiliki apertura dengan tipe tricolporate.

Sama halnya pada famili Rhizophoraceae, karakter polen juga dapat digunakan untuk membedakan spesies yang termasuk ke dalam genus *Sonneratia*. Walaupun genus ini memiliki bentuk polen dan tipe apertura yang sama, tetapi *S. alba* dan *S. caseolaris* dapat dibedakan berdasarkan ukuran polennya. *Sonneratia alba* ($60,23 \pm 3,52 \times 43,60 \pm 3,40$) cenderung memiliki polen yang lebih besar jika dibandingkan dengan *S. caseolaris* ($47,19 \pm 2,85 \times 34,54 \pm 2,31$). Mao *et al.* (2012) juga menyatakan bahwa dibandingkan spesies-spesies lain yang termasuk ke dalam genus *Sonneratia*, *S. alba* memiliki ukuran polen terbesar. Selain itu, untuk polen-polen yang telah memiliki karakteristik khusus seperti *L. racemosa* dan *X. granatum* dengan tipe apertura yang berbeda dan jarang ditemukan pada spesies lain otomatis menjadikan karakter tersebut sebagai dasar untuk membedakannya dari spesies lain.

4. Simpulan

Karakteristik morfologi polen sebelas spesies mangrove di wilayah hutan mangrove Batu Lumbang memiliki persamaan karakter terhadap unit polen yaitu monad. Selain itu, terdapat variasi pada tipe apertura, bentuk polen, dan kategori ukuran polen. Tipe apertura yang dijumpai meliputi tricolporate, triporate, heterocolpate, dan polycolporate. Kemudian, bentuk polen yang diperoleh berdasarkan rasio P/E meliputi oblate spheroidal, prolate spheroidal, subprolate, dan prolate, sedangkan untuk kategori ukuran polen yang diperoleh yaitu dari ukuran kecil, sedang, hingga besar. Karakter-karakter tersebut juga dapat mengelompokkan beberapa spesies yang memiliki famili atau genus yang sama atau bahkan bisa menjadi pembeda antara satu spesies dengan spesies lainnya.

Daftar Pustaka

- Andiani, A.A.E., Karang, I.W.G.A., Putra, I.N.G. & Dharmawan, I.W.E. (2021). Hubungan antar parameter struktur tegakan mangrove dalam estimasi simpanan karbon aboveground pada skala komunitas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, **13**(3), 485–498.
- Arora, A. & Modi, A. 2008. An acetolysis technique for pollen slide preparation. *Indian Journal of Aerobiology*, **21**(2), 90-91.
- Dewi, I.G.A.I.P., Faiqoh, E., As-syakur, A.R. & Dharmawan, I.W.E. (2021). Regenerasi alami semaian mangrove di kawasan Teluk Benoa, Bali. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, **13**(3), 395–410.
- Erdtman, G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy: angiosperms*. Stockholm: Almquist and Wiksell.
- Firmansyah, E. (2018). Perubahan morfologis dan anatomis kelapa sawit pada rezim air dan salinitas berbeda. *Jurnal Agro*, **5**(1), 13-29.
- Imamsyah, A., Bengen, D.G. & Ismet, M.S. (2020). Struktur vegetasi mangrove berdasarkan kualitas lingkungan biofisik di Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *Ecotrophic*, **14**(1), 88–99.
-

- Kremp, G.O.W. (1965). *Morphologic Encyclopedia of Palynology*. Tucson: University of Arizona Press.
- Lugina, M., Alviya, I., Indartik, & Pribadi, M.A. (2017). Strategi keberlanjutan pengelolaan hutan mangrove di Tahura Ngurah Rai Bali. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, **14**(1), 61-77.
- Mao, L., Batten, D.J., Fujiki, T., Li, Z., Dai, L., & Weng, C. (2012). Key to mangrove pollen and spores of southern China: an aid to palynological interpretation of Quaternary deposits in the South China Sea. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **176-177**, 41-67
- Matatula, J., Poedjarahajoe, E., Pudyatmoko, S., & Sadono, R. (2019). Keragaman kondisi salinitas pada lingkungan tempat tumbuh mangrove di Teluk Kupang, NTT. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, **17**(3), 425-434.
- Mursyid, H., Aji, K.B., Panuntun, M.D., Ihsan, M.A.F., & Pinem, M.L. (2022). Urgensi pelestarian ekosistem lingkungan fisik pada destinasi wisata: pengalaman dari kawasan ekowisata Hutan Mangrove Batu Lumbang, Denpasar, Bali. *Jumpa*, **9**(1), 451-477.
- Nugroho, S.H. (2014). Karakteristik umum polen dan spora serta aplikasinya. *Oseana*, **39**(3), 7-19.
- Prinasti, N.K.D., Dharma, I. G. B. S., & Suteja, Y. (2020). Struktur komunitas vegetasi mangrove berdasarkan karakteristik substrat di Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Jurnal of Marine and Aquatic Sciences*, **6**(1), 90-99.
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S., & Thomas, A.L. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **143**, 1-81.
- Qodriyyah, T.N., Suedy, S.W.A., & Haryanti, S. (2015). Morfoanatomi polen tumbuhan mangrove di Pantai Banjir Kanal Timur, Semarang. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, **23**(2), 59-66.
- Sarah, S., Suedy, S.W.A., & Hastuti, E.D. (2017). Ciri morfologi polen dan spora tumbuhan dari sedimen Rawa Jombor Klaten. *Bioma*, **19**(1), 5-12.
- Setijadi, R. & Rusmiyanto, E. (2014). Paleodiversitas miosen tengah berdasarkan data palinologi pada formasi cimandiri lintasan sungai Cijarian, Sukabumi. *Dinamika Rekayasa*, **10**(2), 63-67.
- Simpson, M. (2010). *Plant systematics*. New York: Elsevier Academic Press.
- Sugiana I.P., Andiani, A.A.E., Dewi, I.G.A.I.P., Karang, I.W.G.A., As-syakur, A.R. & Dharmawan, I.W.E. (2022) Spatial distribution of mangrove health index on three genera dominated zones in Benoa Bay, Bali, Indonesia. *Biodiversitas*, **23**(7), 3407–3418.
- Wijaya, I.M.S., Sugiana, I.P., Wijana, I.M.S. & As-syakur, A.R. (2023). Comparison of mangrove vegetation in natural and ex-fisheries area in Benoa Bay, Bali. *AAFL Bioflux*, **16**(2), 825-836.