

**PERSAMAAN DAN PERBEDAAN CIRI ANATOMI
PADA BEBERAPA JENIS KAYU MANGROVE**

IMAM WAHYUDI



**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

Abstract

The rise of illegal logging activities is triggered by weak existing law enforcement processes. In court, the identity of the evidence is a very important factor and determining the wood species must be done correctly. This research aims to analyze the distinguishing characteristics of several mangrove wood species based on their anatomical structure. Macroscopic features of wood are observed directly by using a micro lup connected to a computer; while the microscopic ones namely the shape and size, and organization of wood constituent cells namely vessel (pores), axial parenchyma, rays, fibers and intercellular canals were observed through microtome specimens using a light microscope. The results showed that included phloem and crystals, the arrangement of pores, and type of parenchyma cell can be used to differentiate among the wood species studied.

Keywords: anatomical structure, mangrove, phytochemical

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki daerah pesisir yang banyak ditumbuhi pohon mangrove/bakau. Dari 15 juta ha hutan mangrove di seluruh dunia, sekitar \pm 3 juta ha (20%) terdapat di Indonesia (Hensel *et al.* 2014). Keberadaan hutan mangrove banyak memberikan manfaat baik dari segi ekonomi, ekologi dan sosial budaya. Kayu mangrove bernilai ekonomi karena dapat digunakan sebagai tiang jembatan, cerucuk dan/atau pembuatan arang bermutu tinggi. Bakau (*Rhizophora apiculata*), *R. mucronata*, Tancang (*Bruguiera gymnorhiza*) dan Bogem (*Sonneratia sp.*) merupakan jenis kayu mangrove yang permintaannya tinggi dan banyak diekspor ke Jepang dan Taiwan untuk berbagai tujuan penggunaan (Anwar *et al.* 2006). Namun, meski hutan mangrove sudah banyak dialihfungsikan sebagai kawasan lindung (konservasi), kasus-kasus penebangan liar (*illegal logging*) masih sering terjadi (Siringoringo *et al.* 2018; Luqman *et al.* 2013).

Pada kasus *illegal logging* di pengadilan, identitas jenis kayu sebagai barang bukti selalu menjadi prioritas yang harus dibuktikan. Pada umumnya identitas suatu jenis kayu sangat ditentukan oleh struktur anatomi sel-sel penyusunnya karena struktur anatomi masing-masing jenis berbeda satu dengan yang lainnya. Terhadap kayu yang struktur anatominya relatif mirip karena berasal dari genus yang sama, maka keberadaan daun, bunga, buah, kulit dan bahkan getah sangatlah diperlukan. Proses identifikasi jenis akan semakin rumit bila kayu sudah dalam bentuk sortimen hasil gergajian, yang sudah barang tentu tidak lagi memiliki daun, bunga, buah, kulit dan getah, namun memiliki tampilan fisik yang sama meski berasal dari genus yang berbeda.

Kayu mangrove yang tumbuh di Indonesia terdiri dari 89 jenis (Kusmana *et al.* 2008; Rusila *et al.* 2006). Karakteristik kayu dari sebagian besar jenis tersebut belum pernah diteliti. Padahal, tujuan penggunaan suatu jenis kayu haruslah disesuaikan dengan sifat dan karakteristik yang dimiliki oleh kayu tersebut (Wahyudi 2013). Penelitian yang sudah dilaksanakan baru sebatas diameter lumen serat kayu *Avicennia marina* dan *A. alba* dari Kabupaten Pontianak (Sulastri *et al.* 2014; (Wahyudi 2019; Wibowo *et al.* 2009). Atas dasar hal tersebut, maka tujuan penelitian adalah menganalisis karakteristik struktur anatomi beberapa jenis kayu mangrove yang dapat dijadikan pemilah antar genus atau jenis kayu mangrove khususnya yang memiliki kemiripan baik dari tampilan makro- maupun mikroskopis.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Bahan utama berupa disk (lempengan) kayu mangrove berdiameter 11–25 cm dengan tebal 5–10 cm dari 15 batang pohon yang berbeda yang tumbuh di hutan mangrove di

Indramayu (9 batang) dan Cilacap (6 batang). Disk diambil pada ketinggian 30 cm di atas banir atau pada ketinggian setinggi dada bila pohon tidak berbanir. Pemilihan pohon sampel berdasarkan tingkat popularitas (banyak dicari), dominasi di lapangan dan kemudahan akses. Bahan kimia yang digunakan terdiri atas asam asetat *glacial*, gliserin, alkohol, *carboxylol*, H₂O₂, safranin, canada balsam, dan entelan.

Peralatan lapangan terdiri dari ATK, kaca pembesar (*loupe*), gergaji tangan, meteran, kamera, koran, plastik dan kertas aluminium. Peralatan laboratorium antara lain adalah *sliding microtome*, *cover glass*, oven, gergaji tangan, parang, ATK, *petridish*, jampot, tabung gelas dan mikroskop cahaya perbesaran 40–400×.

Pengamatan Struktur Anatomi dan Pengukuran Dimensi Sel Pembuluh dan Serat

Analisa ciri umum (sifat makroskopis/sifat kasar) kayu dilakukan terhadap keseluruhan disk menggunakan mikro *loupe* (kaca pembesar 10–20×) yang terhubung dengan komputer. Pengamatan warna, corak, tekstur, arah serat, kilap, kesan raba dan kekerasan mengacu pada SNI 8491-2018 (BSN 2018); Mandang dan Pandit (1997). Analisis ciri struktural (sifat mikroskopis) menggunakan mikroskop cahaya terhadap sediaan mikrotom setebal ±25 µm pada ketiga bidang pengamatan (lintang, radial dan tangensial). Adapun sampel yang digunakan adalah bagian batang yang mewakili kayu gubal (dekat kulit), kayu peralihan antara gubal dan teras, serta kayu teras (dekat empulur). Pembuatan sediaan mikrotom mengacu kepada Sass (1961).

Ciri mikroskopis yang diamati meliputi bentuk dan ukuran, pengorganisasian, tanda-tanda khusus di dinding dan isi rongga sel-sel penyusun kayu (sel pembuluh/pori-pori, parenkim aksial, jari-jari dan serat/*fiber*) serta keberadaan saluran antarsel sebagaimana daftar ciri mikroskopis untuk kayu daun lebar yang disusun oleh Komite *International Association of Wood Anatomist* (Wheeler *et al.* 1989). Analisis dimensi serat mengacu pada Tesoro (1989).

Sel yang diukur dimensinya hanyalah sel pembuluh dan serat. Pengukuran diameter dan panjang sel pembuluh serta panjang serat dilakukan terhadap 25 sel individu, sedangkan pengukuran diameter dan tebal dinding serat terhadap 15 sel individu. Dimensi sel pembuluh dan serat yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan bantuan program MINITAB 14 untuk mendapatkan nilai rata-rata dan simpangan baku (Mattjik dan Sumertajaya 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Herbarium

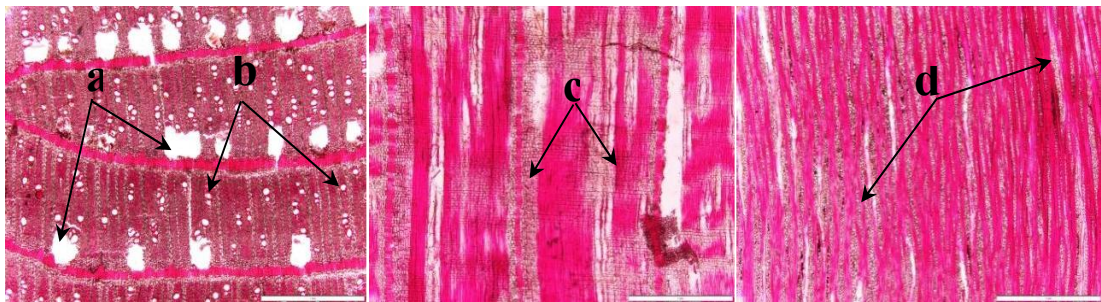
Tabel 1 menunjukkan hasil identifikasi jenis pohon berdasarkan analisis herbarium. Hasil identifikasi menunjukkan nama lokal yang sama tetapi ternyata berbeda jenis pohonnya. Nama lokal bisa berbeda bergantung dimana pohon tersebut tumbuh sehingga bisa saja nama lokalnya berbeda pada setiap daerah. Penamaan pohon berdasarkan nama ilmiah/latin menjamin nama yang sama di setiap daerah/negara.

Tabel 1 Jenis pohon

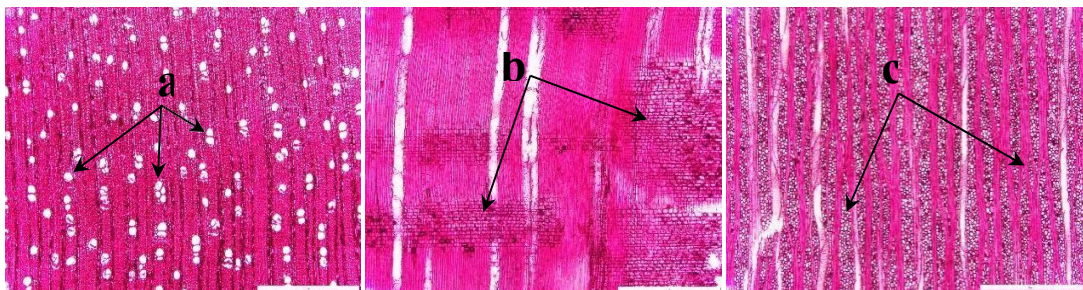
No.	Nama Ilmiah	Nama Lokal	Famili/Suku	Asal
1	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh	Avi-avi	Acanthaceae	Indramayu
2	<i>A. alba</i> Blume	Avi-avi	Acanthaceae	Indramayu
3	<i>Bruguiera gymnorhiza</i> (L.) Lam.	Tanjang	Rhizophoraceae	Cilacap & Indramayu
4	<i>B. cylindrica</i> (L.) Blume	Tanjang	Rhizophoraceae	Cilacap & Indramayu
5	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	Bakau	Rhizophoraceae	Cilacap & Indramayu
6	<i>Hisbiscus tiliaceus</i> L.	Waru laut	Malvaceae	Cilacap & Indramayu
7	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L) Engl.	Bogem	Lythraceae	Cilacap & Indramayu
8	<i>S. ovata</i> Backer	Bogem	Lythraceae	Indramayu
9	<i>Excoecaria agallocha</i> L.	Buta-but	Euphorbiaceae	Indramayu
10	<i>Terminalia catappa</i> L.	Ketapang	Combretaceae	Cilacap

Persamaan dan Perbedaan Karakteristik Struktur Anatomi

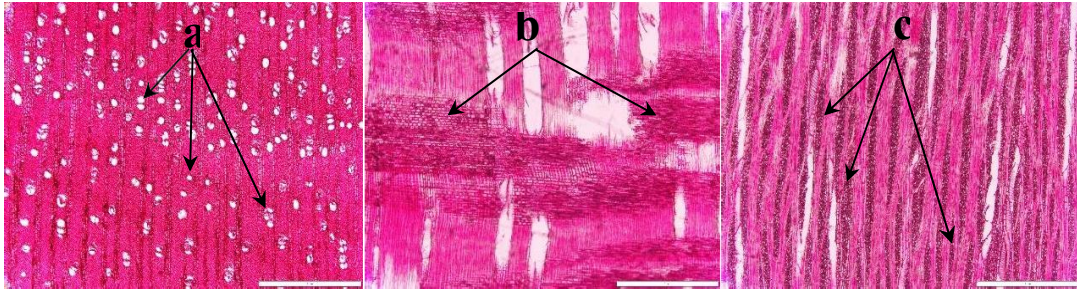
Perbedaan ciri makroskopis dan mikroskopis antara jenis kayu mangrove yang diteliti dapat terlihat pada bentuk dan susunan sel pembuluh, sel parenkim, sel jari-jari, tebal dinding serat; ada tidaknya kulit tersisip; kandungan mineral seperti silika, kristal, kristal druse dalam sel serta ada tidaknya saluran interseluler. Tampilan struktur anatomi kayu 7 jenis/genus disajikan pada Gambar 1 hingga 7, sedangkan keberadaan kristal dan bentuk pernoktihan pada Gambar 8 dan 9.



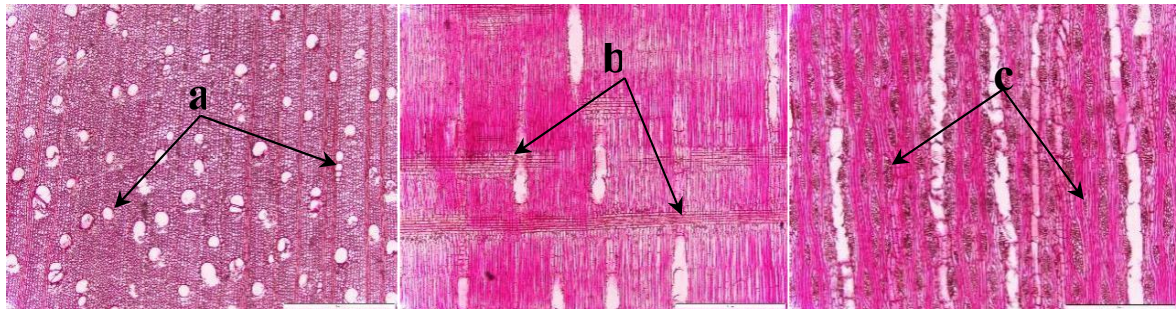
Gambar 1 Penampang lintang, radial, dan tangensial *A. marina* (Forssk.) Vierh.: (a) kulit tersisip konsentrik, (b) sel pembuluh soliter dan berganda radial; (c) sel jari-jari seluruhnya sel bujur sangkar dan / sel tegak; (d) lebar sel jari-jari 1-3, 4-10 seri. — Skala = 1 mm.



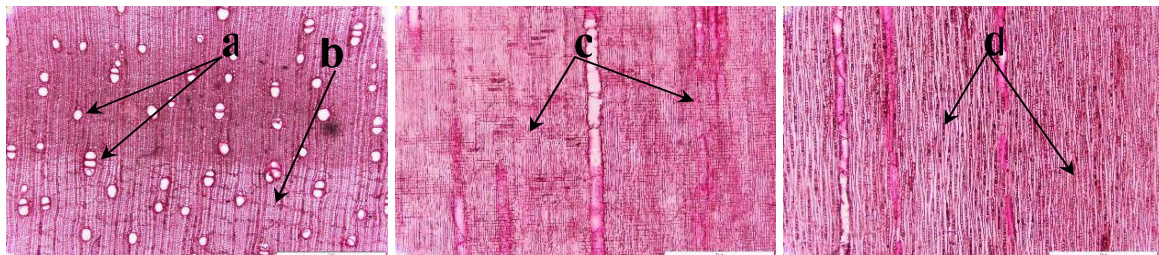
Gambar 2 Penampang lintang, radial, dan tangensial *B. gymnorhiza* (L.) Lam.: (a) sel pembuluh soliter, berganda radial, dan bergerombol; (b) sel jari-jari baring, sel bujur sangkar, dan sel tegak bercampur; (c) lebar sel jari-jari 1-3, 4-10 seri. — Skala = 1 mm.



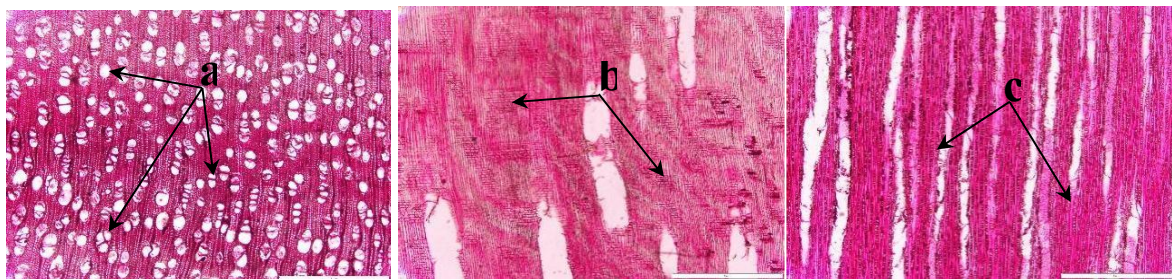
Gambar 3 Penampang lintang, radial, dan tangensial *R. apiculata* Blume: (a) sel pembuluh soliter, berganda radial, dan bergerombol; (b) sel jari-jari baring, sel bujur sangkar, dan sel tegak bercampur; (c) lebar sel jari-jari 1-3, 4-10 seri, dan dengan dua ukuran lebar yang jelas. — Skala = 1 mm.



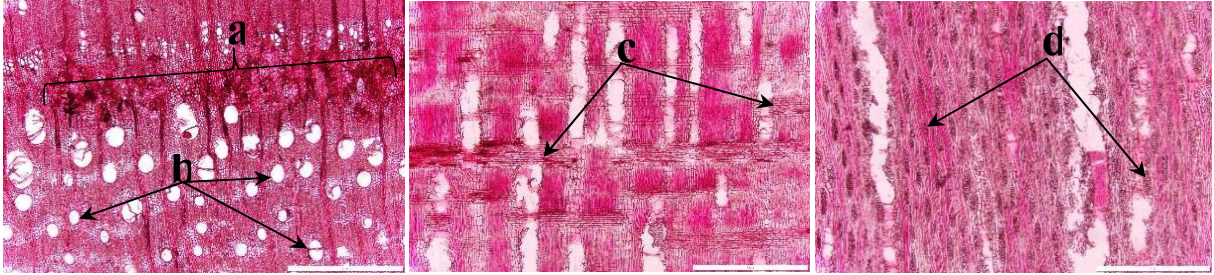
Gambar 4 Penampang lintang, radial, dan tangensial *H. tiliaceus* L.: (a) sel pembuluh soliter dan berganda radial; (b) sel baring jari-jari dengan 1 jalur sel tegak dan/sel bujur sangkar marjinal; (c) lebar sel jari-jari 1-3, 4-5 seri. — Skala = 1 mm.



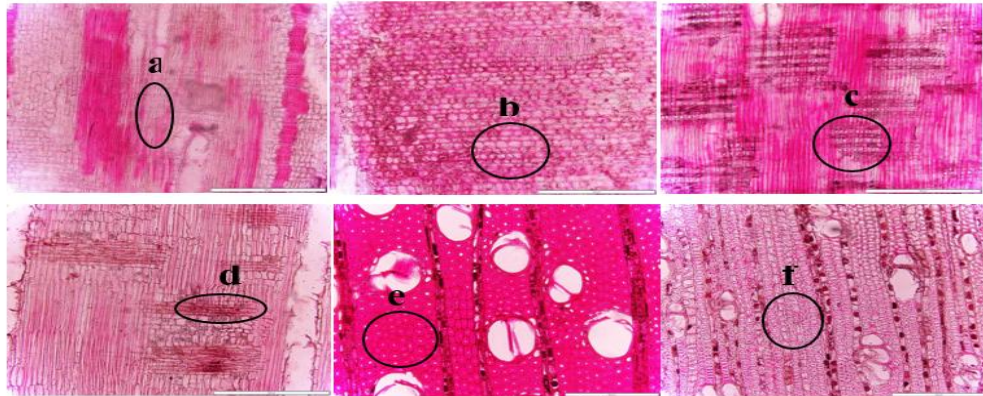
Gambar 5 Penampang lintang, radial, dan tangensial *S. caseolaris* (L) Engl.: (a) sel pembuluh soliter, berganda radial, dan bergerombol; (b) sel jari-jari seluruhnya sel bujur sangkar dan / sel tegak; (c) lebar sel jari-jari seluruhnya 1 seri. — Skala = 1 mm.



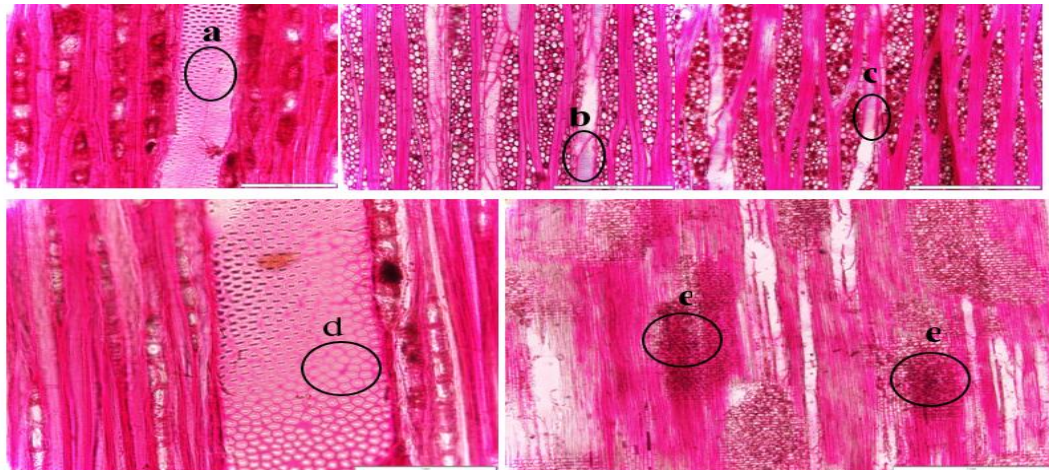
Gambar 6 Penampang lintang, radial, dan tangensial *E. agallocha* L.: (a) Sel pembuluh soliter dan berganda radial; (b) sel parenkim pita sempit dengan atau kurang dari 3 lapis sel; (c) sel jari-jari seluruhnya sel bujur sangkar dan / sel tegak; (d) lebar sel jari-jari seluruhnya 1 seri. — Skala = 1 mm.



Gambar 7 Penampang lintang, radial, dan tangensial *T. catappa* L.: (a) Saluran interselular traumatic; (b) sel pembuluh soliter dan berganda radial; (c) sel jari-jari baring dengan 1 jalur sel tegak atau



Gambar 8 Keberadaan kristal, kristal druse dan dinding serat pada penampang radial dan lintang: (a) butiran kristal pada sel jari-jari *A. marina*; (b) butiran kristal pada sel jari-jari *B. gymnorhiza*; (c) butiran kristal pada sel jari-jari *R. apiculata*; (d) butiran kristal druse dalam jari-jari kayu *H. tiliaceus*; (e) serat berdinding tebal pada kayu *B. gymnorhiza*; (f) serat berdinding tipis pada kayu *T. catappa*. — Skala = 1 mm.



Gambar 9 Bentuk noktah dan silika pada penampang tangensial dan radial: (a) noktah selang-seling pada *A. marina*; (b) noktah bentuk tangga pada *B. gymnorhiza*; (c) noktah bentuk tangga pada *R. apiculata*; (d) noktah selang-seling bersegi banyak dan berumbai pada *S. caseolaris*; (e) butiran silika dalam sel jari-jari pada *B. gymnorhiza*. — Skala = 1 mm.

Hasil pengamatan memperlihatkan warna kayu merupakan indikator pemilah dan pembeda antar jenis yang paling mudah digunakan. Kayu *S. caseolaris*, *S. ovata* dan *T. catappa* paling cerah (ada kesan kekuningan); *A. marina*, *A. alba* dan *E. agallocha* putih keabuan; *B. gymnorhiza*, *B. cylindrica* dan *R. apiculata* coklat gelap kemerahan; sedangkan kayu *H. tiliaceus* paling gelap (coklat kehitaman). Kayu *B. gymnorhiza* asal Cilacap memiliki warna yang sama dengan kayu *B. gymnorhiza* asal Indramayu; begitu pula halnya dengan kayu *B. cylindrica*, *R. apiculata*, *S. caseolaris* dan *S. ovata*. Temuan ini mengindikasikan perbedaan lokasi tempat tumbuh pohon tidak memengaruhi warna kayu yang sejenis. Hal ini diduga terkait dengan kesamaan karakteristik tempat tumbuh pohon seperti kesuburan tanah dan iklim.

Pola sebaran sel pembuluh yang semi tata lingkaran hanya ditemukan pada kayu *S. caseolaris* dan *S. ovata*; sedangkan pada semua jenis kayu lainnya berpola tata baur. Bidang perforasi bentuk tangga ditemukan pada kayu *R. apiculata*, *B. gymnorhiza* dan *B. cylindrica*; sedangkan jenis lainnya memiliki bidang perforasi tipe sederhana. Antara *Rhizophora* dan *Bruguiera* keduanya dapat dibedakan berdasarkan jumlah anak tangga. Anak tangga pada bidang perforasi kayu *B. gymnorhiza* dan *B. cylindrica* mencapai 10 palang; sedangkan pada kayu *R. apiculata* hanya 6–8 palang. Kayu *R. apiculata*, *B. gymnorhiza* dan *B. cylindrica* juga memiliki noktah antar pembuluh tipe tangga; sedangkan jenis lainnya memiliki noktah antar pembuluh tipe selang-seling. Noktah berumbai ditemukan pada kayu *H. tiliaceus*, *E. agallocha* dan *T. catappa*. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Detienne (2021).

Selain memiliki kesamaan dalam hal warna, hasil pengamatan juga menunjukkan kayu *A. marina* dan kayu *A. alba* memiliki corak yang tegas dan kulit tersisip. Keberadaan corak dan kulit tersisip pada kedua jenis tersebut juga disampaikan oleh Detienne (2021); Vidyasagaran *et al.* (2014) yang menggunakan kayu sejenis asal Kerala (India) dan Madagaskar. Meskipun sama-sama bercorak dan memiliki kulit tersisip, keduanya masih tetap dapat dibedakan berdasarkan tipe corak dan pola sebaran kulit tersisip. Perbedaan lain diantara keduanya terletak dalam hal panjang dan tebal dinding serat dimana serat kayu *A. alba* lebih panjang (1,357 μm) dan dinding seratnya lebih tebal (5,45 μm).

Secara keseluruhan, struktur anatomi kayu *S. caseolaris* sangat mirip dengan kayu *S. ovata*, kecuali dalam hal pola penggabungan pori. Pori-pori kayu *S. caseolaris* pada umumnya bergabung radial 2–5 sel, sedangkan pada kayu *S. ovata* lebih umum bergabung radial 2–3 sel. Perbedaan dalam hal pori bergabung tersebut masih dapat diamati hanya dengan menggunakan *loupe*. Secara umum, struktur anatomi kayu *S. caseolaris* dan *S. ovata* yang diperoleh melalui penelitian ini serupa dengan hasil penelitian Vidyasagaran *et al.* (2014); Rao *et al.* (1987).

Berdasarkan hasil kajian, hanya genus *Rhizophora* (diwakili oleh *R. apiculata*) dan genus *Bruguiera* (diwakili oleh *B. gymnorhiza* dan *B. cylindrica*) yang sangat sulit untuk dibedakan karena memiliki banyak kesamaan, baik dari segi tampilan fisik maupun ciri anatominya. Tampilan fisik dan ciri anatomi yang sama tersebut akan sangat menyulitkan dalam pemilahan kedua jenis tersebut di lapangan. Apalagi mengingat perbedaan dalam hal jumlah anak tangga pada bidang perforasi di antara kedua jenis ini baru dapat dilihat menggunakan mikroskop. Oleh karena itu ciri pembeda selain dari segi tampilan fisik dan struktur anatomi antara kayu *R. apiculata* dengan kayu *B. gymnorhiza* dan/atau *B. cylindrica* perlu ditemukan. Yang paling mungkin adalah menggunakan perbedaan jenis/golongan senyawa fitokimia yang terdapat pada masing-masing jenis dan mengukur/menghitung kadar zat ekstraktif (rendemen ekstrak) masing-masing jenis.

SIMPULAN

Simpulan

1. Warna kayu merupakan indikator pemilah yang paling mudah namun sangat subjektif.

2. Ciri anatomi pembeda untuk masing-masing jenis kayu adalah (1) kulit tersisip dan corak untuk kayu *A. marina*, (2) parenkim pita sempit untuk kayu *E. agalocha*; (3) kristal *druse* di dalam sel jari-jari untuk kayu *H. tiliaceus*; (4) porositas semi tata lingkaran dan noktah bersegi banyak untuk kayu *S. caseolaris*; (5) parenkim aliform bersayap hingga *confluent* untuk kayu *T. catapa*; (6) bidang perforasi bentuk tangga hingga 10 palang untuk kayu *B. gymnorrhiza* dan *B. cylindrica* serta (7) jari-jari dua ukuran untuk kayu *R. apiculata*.
3. Kayu *R. apiculata*, *B. gymnorrhiza* dan *B. cylindrica* secara anatomi sangat sulit untuk dibedakan.

Saran

Perlu dicari teknik atau metode untuk memilah antar jenis kayu mangrove yang struktur anatomi dan tampilannya sangat mirip.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar C, Gunawan H. 2006. Peranan ekologis dan sosial ekonomis hutan mangrove dalam mendukung pembangunan wilayah pesisir. Prosiding. Ekspose Hasil-hasil Penelitian. Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam; 2007 Sep 20; Padang, Indonesia. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. hlm 23-34.
- Detienne P. 2021. Woods of Madagascar. CIRAD Unpublished. [diunduh 2021 Maret 15]. <https://insidewood.lib.ncsu.edu/description?31>.
- Kusmana C, Istomo, Wibowo C, Budi RSW, Siregar IZ, Tiryana T, Sukardjo S. 2008. *Manual Silvikultur Mangrove Di Indonesia*. Jakarta (ID): Korea International Cooperation Agency (KOICA).
- Luqman A, Kastolani W, Setiawan I. 2013. Analisis kerusakan mangrove akibat aktivitas penduduk di Pesisir Kota Cirebon. *Antologi Pendidikan Geografi*. 1(1).1-10.
- Mandang YI, Pandit IKN. 1997. Pedoman Identifikasi Kayu di Lapangan. Seri manual. Prawirohatmodjo S, Danimihardja S, editor. Bogor (IND): Yayasan Prosea.
- Mattjik AA, Sumertajaya M. 2002. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Jilid I. Bogor (IND): IPB PRESS.
- Rao RV, Bisen SS, Sharma B, Dayal R. 1987. Reinvestigations of the wood anatomy of *Duabanga* and *Sonneratia* with particular reference to their systematic position. *IAWA Bull.* n.s. 8: 337–345.
- Rusila NY, Khazali M, Suryadiputra INN. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Bogor (IND). PHKA/WI-IP.
- Sass JE. 1961. *Botanical Microtechnique*. Iowa (USA): The IOWA State University Press.
- Siringoringo HH, Narendra BH, Salim AG. 2018. Kualitas perairan mangrove di Ciasem, Pamanukan, Kabupaten Subang, Jawa Barat. *J Pengelolaan SDA. Ling.* 8(3): 301–307.
- SNI. 2018. Identifikasi Jenis Kayu Secara Makroskopis. Jakarta (IDN): Badan Standardisasi Nasional.
- Sulastri, Mukarlina, Rizalinda. 2014. Dimensi serat *Avicennia marina* (Forsk). Vierh dan *Avicennia alba* Blume. *Jurnal PROTOBIONT*. 3(1):12-16.
- Tesoro FO. 1989. *Methodology for Project 8 on Corypha and Livistona*. Laguna (PN): FPRDI, College, Philippines.
- Vidyasagan K, Nibu K, Anoop EV. 2014. Anatomy of selected woody mangroves in the West Coast of Kerala. *Indian J Plant Sciences*. 3(1): 70–74. ISSN: 2319-3824.
- Wahyudi. 2019. *Pemanfaatan dan Pengelolaan Sumber Daya Mangrove di Teluk Bintuni-Papua Barat*. Yogyakarta (IDN): Pohon Cahaya Semesta.
- Wahyudi I. 2013. *Hubungan Struktur Anatomi Kayu dengan Sifat Kayu, Kegunaan dan Pengolahannya*. Bogor (IDN): Institut Pertanian Bogor.

- Wardina MA, Mustofa S, Malarangeng ANTA. *Review article: Potensi Rhizophora apiculata* sebagai fitofarmaka. *Medula*. 13(2):137-146.
- Wheeler EA, Gasson P, Baas P. 1989. Standard list of characters suitable for hardwood identification. *IAWA Bull. N.S.* 10(3): 219–232.
- Wibowo C, Kusmana C, Suryani A, Hartati Y, Oktadiyani P. 2009. Pemanfaatan jenis pohon mangrove Api-api (*Avicennia* spp.) sebagai bahan pangan dan obat-obatan. [diunduh 2023 November 185]. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/45052>. 158-166.