

Scientific Article

ASESMEN KESEHATAN POHON PUSAKA *Eucalyptus alba* Reinw. ex Blume DI KEBUN RAYA BOGOR SECARA VISUAL DAN TEKNOLOGI TOMOGRAFI

Tree health assessment of the heritage tree Eucalyptus alba Reinw. ex. Blume in Bogor Botanic Gardens using visual and tomography technology

Arief Noor Rachmadyanto^{1*}, Dwi Setyanti², Lutfi Rahmanningiyas², Saripudin², Usman², Zuhanto²

¹ Pusat Riset Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya, dan Kehutanan - BRIN, Jl. Ir. H. Juanda 18, Bogor, Jawa Barat

² Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah - BRIN, Jl. Ir. H. Juanda 13, Bogor, Jawa Barat

Informasi Artikel

Diterima/Received : 19 April 2022
 Disetujui/Accepted : 8 Agustus 2022
 Diterbitkan/Published : 30 Agustus 2022

*Koresponden E-mail :
 arief.noor.rachmadyanto@brin.go.id

DOI: <https://doi.org/10.55981/bkr.788>

Cara mengutip :
 Rachmadyanto AN, Setyanti D, Rahmanningiyas L, Saripudin, Usman, Zuhanto. 2022. Asesmen kesehatan pohon pusaka *Eucalyptus alba* Reinw. ex Blume di Kebun Raya Bogor secara visual dan teknologi tomografi. Buletin Kebun Raya 25(2): 67–75.
 DOI: <https://doi.org/10.55981/bkr.788>

Kontributor

Kontributor Utama/Main author:
 Arief Noor Rachmadyanto

Kontributor Anggota/Author member:
 Dwi Setyanti
 Lutfi Rahmanningiyas
 Saripudin
 Usman
 Zuhanto

Keywords: *Eucalyptus alba*, heritage tree, tomographic technology, tree maintenance recommendations, visual assessment

Kata Kunci: *Eucalyptus alba*, asesmen visual, pohon pusaka, rekomendasi penanganan pohon, teknologi tomografi

Abstract

Eucalyptus alba Reinw. ex Blume is a heritage tree in the Bogor Botanic Gardens, planted in 1892 (130 years old in 2022). Only one specimen in the Garden has a unique trunk shape. Trees that are a match for the heritage category need to be preserved by paying attention to its health condition. The study aimed to analyze tree health conditions based on visual tree assessment (VTA), tomographic technology, and recommendations for its maintenance. The method used is VTA using the International Society of Arboriculture (ISA) and tomographic technology using PiCUS 3 Sonic Tomograph. The results showed that visually *E. alba* had a low fall/break potential on the main stem. However, using tomographic technology found that decaying on the main stem at various height levels was as follows: 50 cm (95%), 140 cm (76%), 550 cm (18%), and 810 cm (11%). Therefore, *E. alba* has a high potential to fall on the lower stems because the percentage of decay exceeds 70% with a large diameter (275 cm). Some recommendations are provided, such as maintaining the physiological process of trees by keeping soil fertility, installing termite bait, making a circular fence to the north, periodically decaying measurements (once a year), and providing information boards related to current tree conditions as well as hazard mitigation. Complete or partial logging is not recommended, given the status of *E. alba* as a heritage tree.

Abstrak

Eucalyptus alba Reinw. ex Blume merupakan pohon pusaka di Kebun Raya Bogor yang ditanam pada tahun 1892 (umur 130 tahun di tahun 2022), hanya ada satu spesimen, dan memiliki bentuk batang yang unik. Pohon dengan kategori pusaka ini perlu dilestarikan dengan memperhatikan kondisi kesehatannya. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kondisi kesehatan pohon secara visual dan teknologi tomografi serta rekomendasi penanganannya. Metode yang digunakan adalah pengamatan visual berdasarkan *International Society of Arboriculture* dan teknologi tomografi menggunakan *PiCUS 3 Sonic Tomograph*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara visual *E. alba* memiliki potensi tumbang/patah yang rendah pada batang utama. Namun setelah dilakukan pengukuran pelapukan pada batang utama di berbagai level ketinggian dengan teknologi tomografi, hasilnya adalah di ketinggian 50 cm (95%), 140 cm (76%), 550 cm (18%), dan 810 cm (11%). Oleh karena itu, *E. alba* memiliki potensi tumbang yang besar pada batang bagian bawah karena persentase pelapukan yang melebihi 70% dengan diameter yang besar (275 cm). Rekomendasi penanganan pohon berisiko adalah mempertahankan proses fisiologis pohon dengan menjaga kesuburan tanah, pemasangan umpan rayap, pembuatan pagar melingkar ke arah utara, pengukuran pelapukan berkala (satu tahun sekali), dan pemberian papan informasi terkait kondisi terkini dan mitigasi bahayanya. Penebangan total atau sebagian tidak direkomendasikan mengingat status *E. alba* sebagai pohon pusaka.

PENDAHULUAN

Eucalyptus alba Reinw. ex Blume merupakan salah satu jenis pohon dari suku Myrtaceae yang memiliki

sebaran dari Kepulauan Sunda Kecil, Papua, Papua Nugini dan Australia bagian utara (POWO 2022). Jenis ini memiliki habitus pohon dengan tinggi mencapai 26 m dan mampu mencapai diameter batang 60 cm. Secara visual

kulit batang terlihat halus dengan bercak berwarna merah muda hingga keputihan (Jongkind 1993).

Ekstrak kulit batang *E. alba* efektif menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium moniliforme* yang menyebabkan busuk pada tongkol jagung (Metboki et al. 2016). Hasil penyulingan daunnya menghasilkan minyak dengan bau khas yang dihasilkan dari kandungan sineol (Khabibi 2011; Mailidarni 2018; Hazama et al. 2022). Latumahina & Lihawa (2020) mengungkapkan bahwa keberadaan *E. alba* di alam dapat berperan sebagai tanaman pelindung dari erosi dan banjir. Pohon ini juga menjadi tanaman pilihan dalam program penghijauan dan pengembangan Hutan Tanaman Industri (HTI), karena kemampuan tumbuhnya yang relatif cepat dan mampu beradaptasi pada lahan kritis dan daerah yang beriklim kering. Kemampuan adaptasi ini didukung oleh sistem perakaran yang mampu menyesuaikan kondisi sumber air.

E. alba telah dikoleksi secara *ex-situ* di Kebun Raya Bogor, Kebun Raya Cibodas, Kebun Raya Purwodadi, dan Kebun Raya Eka Karya Bali. Kondisi koleksinya saat ini perlu diperhatikan, karena jumlahnya sangat sedikit. Di Kebun Raya Bogor (KRB) saat ini hanya tinggal satu spesimen (individu pohon) yang ditanam pada tahun 1892, Kebun Raya Cibodas terdapat dua spesimen yang ditanam tahun 1975 dan 1976, Kebun Raya Eka Karya Bali terdapat dua spesimen yang ditanam tahun 1980, dan Kebun Raya Purwodadi satu spesimen yang ditanam tahun 1957 (Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah BRIN 2022). Koleksi *E. alba* di KRB dapat dikategorikan sebagai pohon pusaka atau *heritage tree* karena umurnya lebih dari 100 tahun (Huang et al. 2020a; Huang et al. 2020b; Jin et al. 2020; Lin et al. 2020) dan memiliki bentuk morfologi yang unik (abnormal) (Coates 2006; Yaacob et al. 2016; Lai et al. 2019; Rachmadiyanto et al. 2021). Pohon dengan dimensi besar dan berumur tua memiliki potensi tumbang atau bahaya yang lebih besar dibandingkan pohon yang lebih kecil dan muda (Helmanto et al. 2022). Untuk itu perlu adanya asesmen kesehatan pohon koleksi tersebut agar mengurangi dampak risiko kerusakan, bahaya, dan menjaga keberadaannya tetap lestari.

Asesmen kesehatan pohon bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis tingkat kerusakan suatu pohon, sehingga dapat meminimalkan dampak yang ditimbulkan ketika pohon tersebut tumbang (Rachmadiyanto et al. 2021). Kegiatan tersebut dapat dilakukan dengan pengamatan secara visual maupun dengan bantuan alat dengan teknologi pendeteksi pelapukan. Salah satu pengamatan secara visual dapat dilakukan dengan metode yang diadopsi dari *International Society of Arboriculture* (ISA). Metode ini menitikberatkan pada pengamatan kesehatan individu pohon yang dihubungkan dengan target keamanan di sekitarnya, seperti manusia, bangunan, dan tanaman di sekitarnya

(International Society of Arboriculture 2013). Pada akhirnya akan didapatkan matriks kategori risiko pohon yang dapat dijadikan rekomendasi manajemen pohon koleksi di kebun raya.

Hasil asesmen kesehatan pohon secara visual dapat didukung dengan pengujian kondisi pelapukan batang utama menggunakan teknologi tomografi (Rachmadiyanto et al. 2017). Penelitian menggunakan teknologi tomografi telah dilakukan oleh Nicolotti et al. (2003), Karlinasari (2015), dan Göcke (2017) yang menunjukkan hasil bahwa penggunaan teknologi tomografi efektif untuk mendeteksi kelapukan batang utama pohon. Dengan demikian, penggabungan asesmen dari pengamatan visual dan pengujian dengan alat teknologi tomografi diharapkan mampu meningkatkan ketepatan hasil pengamatan kondisi kesehatan pohon. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi kesehatan pohon pusaka *E. alba* koleksi Kebun Raya Bogor secara visual dan teknologi tomografi, serta memberikan rekomendasi penanganannya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kebun Raya Bogor (106°47'40"–106°48'18" BT dan 6°35'32"–6°36'13" LS), Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat pada bulan Februari – Maret 2022. KRB memiliki luas 78 ha dengan ketinggian tempat 231–270 m di atas permukaan laut, beriklim tropis dengan curah hujan tahunan rata-rata sebesar 3.712 mm, suhu udara rata-rata sebesar 20,1–29,4°C dan kelembapan udara rata-rata sebesar 35–99% (Usmadi et al. 2021). Lokasi pohon penelitian di KRB disajikan pada Gambar 1.

Bahan dan alat penelitian

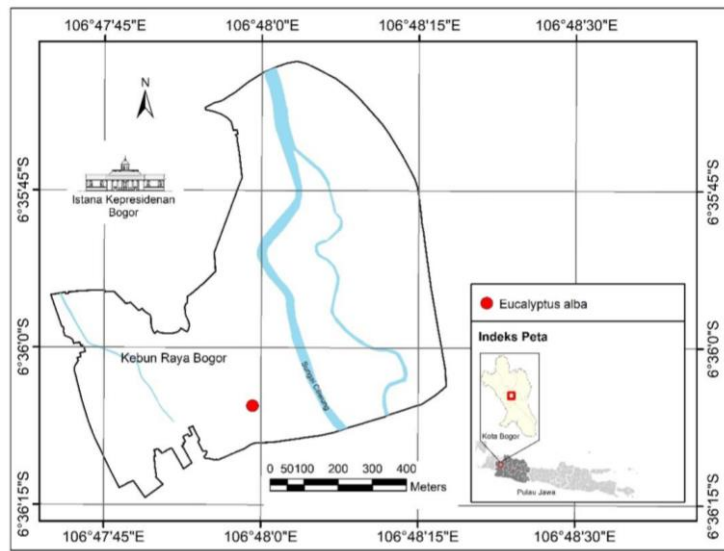
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pohon *E. alba* ditanam pada tahun 1892, telah berumur 130 tahun pada tahun 2022, dan satu-satunya spesimen koleksi pohon *E. alba* yang dimiliki KRB. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *PiCUS 3 Sonic Tomograph*, *PiCUS Calliper Version 3*, Nikon Forestry Rangefinder, diameter tape, kamera, *crane truck*, tangga, dan palu.

Metode penelitian

Pengamatan kesehatan pohon yang digunakan menggunakan formulir merujuk pada metode *International Society of Arboriculture* (International Society of Arboriculture 2013). Pengujian kondisi internal batang utama menggunakan metode teknologi tomografi dengan menggunakan *PiCUS 3 Sonic Tomograph* (Göcke 2017). Pengujian kondisi batang utama dilakukan pada

empat level ketinggian, yaitu 50, 140, 550, dan 810 cm. Pemilihan level ketinggian tersebut berdasarkan hasil pengamatan kerusakan visual dan ketukan palu yang diduga mengalami pelapukan. Keragaan fisik pohon

secara gambar 3D menggunakan perangkat lunak SCANN3D versi Android, di mana foto yang diambil secara melingkar batang pohon dengan jarak konstan 3 m.



Gambar 1. Lokasi koleksi *E. alba* di Kebun Raya Bogor

Tabel 1. Matriks kemungkinan kerusakan

Kemungkinan kerusakan	Kemungkinan dampak terhadap target			
	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi
Pasti	Tidak mungkin	Kemungkinan kecil	Mungkin	Sangat mungkin
Mungkin	Tidak mungkin	Tidak mungkin	Kemungkinan kecil	Mungkin
Kemungkinan kecil	Tidak mungkin	Tidak mungkin	Tidak mungkin	Kemungkinan kecil
Tidak mungkin	Tidak mungkin	Tidak mungkin	Tidak mungkin	Tidak mungkin

Sumber : International Society of Arboriculture (2013)

Tabel 2. Matriks kategori risiko

Kemungkinan kerusakan dan dampak	Konsekuensi terhadap target			
	Dapat diabaikan	Minor	Signifikan	Parah
Sangat mungkin	Rendah	Sedang	Tinggi	Ekstrem
Mungkin	Rendah	Sedang	Tinggi	Tinggi
Kemungkinan kecil	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang
Tidak mungkin	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

Sumber : International Society of Arboriculture (2013)

Parameter yang dinilai atau diukur pada metode ISA meliputi asesmen target, faktor lokasi, profil pohon (tinggi, *diameter at breast height*/DBH, dan lebar tajuk), beban muatan, kondisi tajuk dan percabangan, kondisi batang utama, kondisi akar dan leher akar. Beban muatan diukur secara kualitatif berdasarkan terpaan angin (terlindung, sebagian terlindung, terbuka, atau pusaran angin), ukuran relatif tajuk (kecil, sedang, atau besar), kepadatan tajuk (jarang, normal, atau lebat), percabangan interior (sedikit, normal, atau rapat), dan keberadaan epifit (International Society of Arboriculture 2013). Kepadatan tajuk diukur sebagai persentase dari total cahaya yang terhalang oleh daun, cabang, dan bagian tajuk lainnya (Nuhamura & Kasno 2001). *Live crown ratio* (LCR) dihitung dengan membagi panjang tajuk dengan

tinggi pohon (Karlinasari *et al.* 2021). Volume tajuk dihitung menggunakan ArborSonic 3D v.5.3.140 dengan masukan berupa lebar, tinggi, dan bentuk tajuk (György *et al.* 2020). Pengujian metode teknologi tomografi diperoleh persentase kayu solid dan *damage* (kerusakan kayu) berdasarkan rujukan warna dari hasil tomogram berupa kondisi solid (hitam-cokelat), inisiasi pelapukan (hijau), dan pelapukan (ungu-biru) (Göcke 2017).

Analisis data penelitian

Analisis data pada metode ISA menggunakan matriks kemungkinan kerusakan (Tabel 1) dan matriks kategori risiko (Tabel 2). Pada metode teknologi tomografi menggunakan *the coloured tomograph* (SoT) dengan formula *CalcC* (Göcke 2017). Hasil ketiga analisis tersebut

akan dijadikan dasar pembuatan rekomendasi penanganan pohon rawan tumbang.

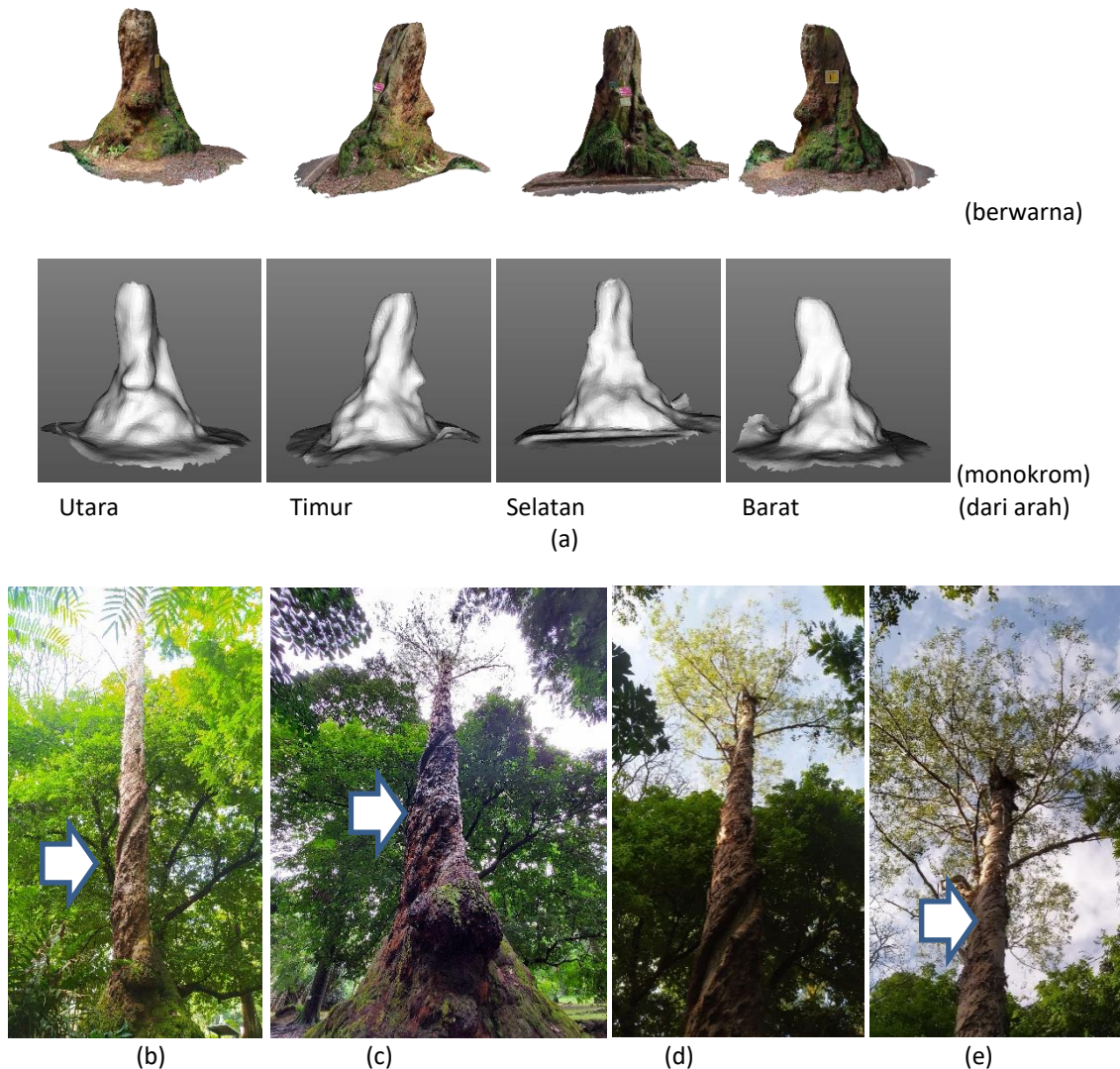
HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaan fisik pohon

Pengamatan visual merupakan salah satu metode asesmen untuk menemukan dan menentukan gejala kerusakan eksternal pada pohon (Mattheck & Breloer 1994). Hasil asesmen kerusakan secara visual pada pohon pusaka dapat dijadikan dasar rekomendasi untuk manajemen pengelolaan koleksi di kebun raya (Rachmadiyanto et al. 2021). Kebun Raya Bogor memiliki ratusan koleksi pohon pusaka pada tahun 2022 (Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah BRIN 2022), salah satunya adalah spesimen koleksi *E. alba*. Hasil penelusuran data koleksi di unit Registrasi KRB, *E. alba* berasal dari pulau Flores, Nusa Tenggara Timur dan kemudian ditanam di vak II.1 dengan nomor koleksi 4.

Pada awal penanaman di tahun 1892, terdapat dua spesimen dengan nomor koleksi 4 dan 4a, namun pada tahun 1983 satu spesimen tumbang (Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah BRIN 2022).

Hasil pengukuran tinggi pohon *E. alba* adalah 25,4 m, diameter batang 180 cm dengan kulit batang yang terlihat berputar (Gambar 2a-c). Pohon ini memiliki lebar tajuk 13 m dengan kepadatan tajuknya hanya sebesar 15%, nilai *Live Crown Ratio* (LCR) adalah 20% dan kondisi tajuk seimbang (Gambar 2d). Menurut Nandika et al. (2020), pohon yang memiliki nilai LCR <30% dikategorikan vigor rendah. Pohon dapat dikatakan memiliki vigor optimal untuk menunjang pertumbuhan jika nilai LCR $\geq 33\%$ (Zhao et al. 2012). Dengan demikian, beban muatan tajuk dan pencabangan yang mempengaruhi batang utama menjadi tidak ada dan potensi patah cabang adalah kecil. Pohon *E. alba* juga memiliki riwayat pemangkasan pengurangan cabang yang terlihat bekas pemangkasannya pada batang utama (Gambar 2e).



Gambar 2. Kondisi visual *E. Alba*: a. kondisi visual 3D batang bawah, b-c. visual 2D kulit batang yang berputar (panah warna putih), d. tajuk pohon, e. bekas pemangkasan cabang (panah warna putih) (Sumber gambar b-e: Noviandi & Rahmaningtyas 2022)

Asesmen target, faktor lokasi, dan beban muatan

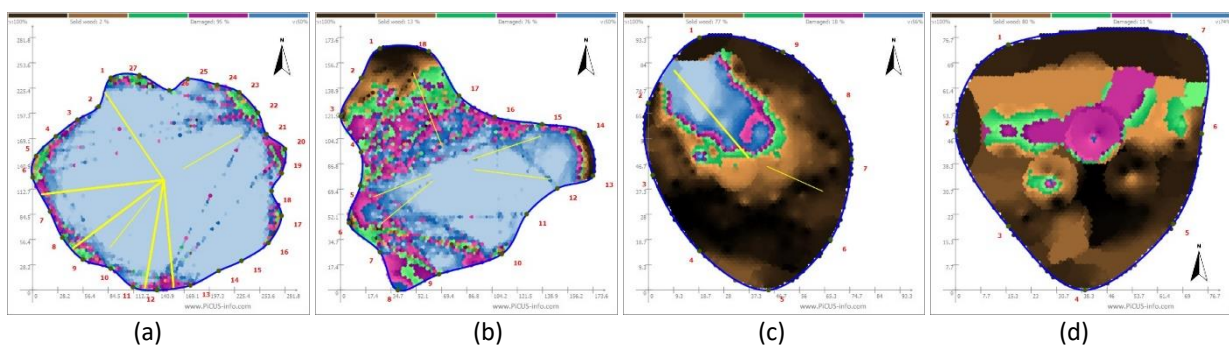
Hasil asesmen terhadap kondisi target di sekitar pohon *E. alba* terdapat empat deskripsi target, yaitu pengunjung, pegawai, kendaraan, dan tanaman koleksi lainnya. Keempat deskripsi target masuk ke dalam zona asesmen ISA dengan jarak horizontal sama dengan tinggi pohon. Hal ini dapat diartikan jika pohon tersebut tumbang, maka semua target akan langsung terkena dampaknya. Frekuensi target dinilai secara kualitatif berdasarkan International Society of Arboriculture (2013), yaitu pengunjung, pegawai, dan kendaraan termasuk dalam kategori sering, artinya ketiga target sering berada di sekitar lokasi pohon setiap hari atau minggunya. Target tanaman koleksi lainnya termasuk kategori konstan atau tetap, karena posisi/keberadaannya tidak dapat dipindahkan dan berada tetap di lokasi tersebut setiap waktu. Kemungkinan pemindahan target juga tidak dapat dilakukan untuk semua deskripsi target karena lokasi pohon berada di tepi jalan utama.

Faktor lokasi pohon *E. alba* berada pada topografi datar (< 8%) tanpa adanya riwayat kerusakan, seperti penggalian, pemotongan kontur, dan pembangunan fisik lainnya. Pembersihan lahan dilakukan dengan penyapuan secara manual dan menggunakan alat. Kondisi tanah mengalami pengerasan di atas area akar sekitar 40% yang diukur dengan metode *grid* area di bawah tajuk pohon. Pohon ini ditanam tepat di samping jalan aspal, sehingga menjadi faktor penghalang perkembangan akar secara normal dan melingkar sesuai tajuk pohon. Beban muatan yang diterima relatif kecil, karena berada dalam kondisi terlindungi oleh koleksi pohon lainnya dari terpaan angin. Rendahnya beban muatan ini juga didukung oleh ukuran tajuk yang relatif kecil dengan kepadatan jarang dan

sedikit percabangan interior. Perubahan beban muatan terkini atau terencana tidak akan terjadi, karena kondisi beban muatan yang relatif kecil. Hasil penelitian yang sama juga menunjukkan bahwa besarnya potensi tumbang pohon lebih disebabkan besarnya beban muatan dari tajuk yang lebar dengan pemicu adanya angin dan hujan lebat (Sulistiyantara 2014).

Kondisi batang utama

Batang merupakan salah satu organ pada pohon yang memiliki fungsi transportasi dalam sistem metabolisme pohon untuk mendistribusikan air, mineral, dan menyimpan hasil fotosintesis, serta memiliki fungsi mekanis (Badel *et al.* 2015). Fungsi mekanis pada batang utama sangat ditentukan oleh kondisi internalnya seperti adanya pelapukan. Hasil pengujian disajikan dalam Tabel 3 dan divisualisasikan dalam Gambar 3. Hasil perhitungan menggunakan *the coloured tomograph* (SoT) menunjukkan bahwa pelapukan pada batang utama telah terlihat mulai ketinggian 50 cm dan terus menurun pada ketinggian di atasnya. Pelapukan pada level ketinggian 50 cm ini menyisakan kayu solid hanya 2% (Gambar 3, Tabel 3), sehingga memiliki potensi tumbang atau patah pada batang bagian bawah. Hal ini didukung juga adanya tanda retakan pada level ketinggian tersebut yang ditandai dengan garis berwarna kuning pada visualisasi teknologi tomografi (Gambar 3a). Diameter batang bawah mencapai 275 cm juga menjadi faktor yang perlu diperhatikan karena pohon ini memiliki ukuran besar. Hasil penelitian pada pohon pusaka *Koompassia excelsa* (Becc.) Taub. di KRB menunjukkan bahwa kondisi pelapukan 52% memiliki potensi tumbang/patah pada



Keterangan:

■ = solid ■ = inisiasi pelapukan ■ = pelapukan ■ = pelapukan lanjut ■ = retakan

Gambar 3. Visualisasi teknologi tomografi pada empat level ketinggian pohon *E. Alba*: a. 50 cm, b. 140 cm, c. 550 cm, d. 810 cm

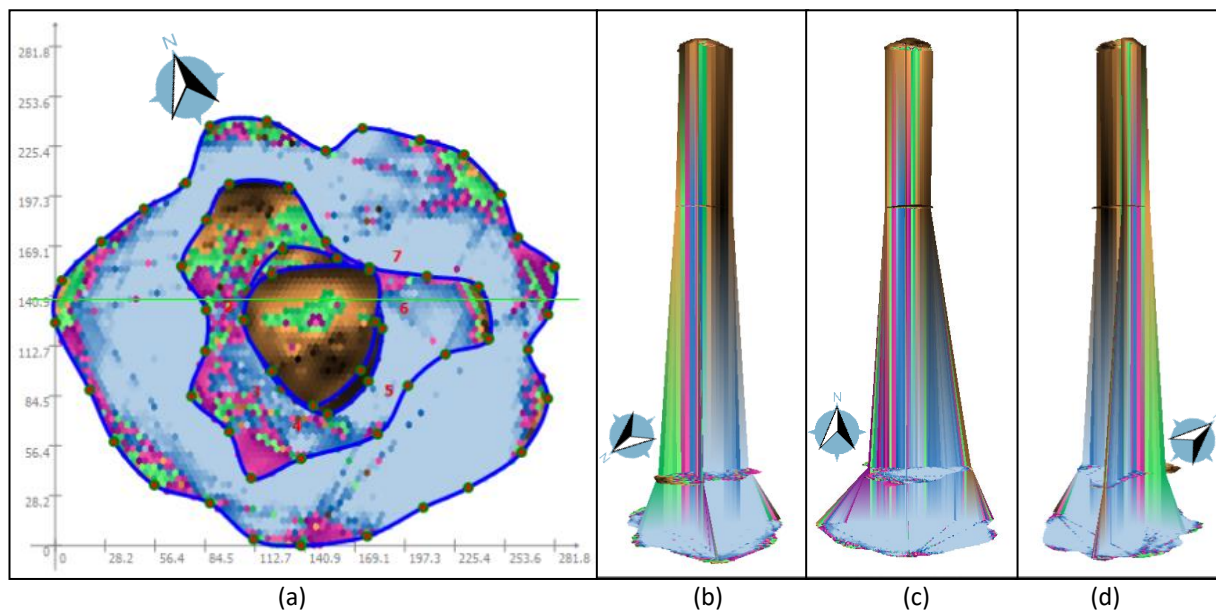
Tabel 3. Kondisi batang *E. alba* pada berbagai level ketinggian pohon

Ketinggian (cm)	Diameter (cm)	Kondisi kayu batang utama (%)		
		Solid	Pelapukan	Inisiasi pelapukan
50	275	2	95	3
140	180	13	76	11
550	89	77	18	5
810	73	80	11	9

batang utamanya jika pelapukannya terus berlanjut (Rachmadiyanto *et al.* 2021). Batas maksimal kerusakan batang utama dikategorikan aman dari potensi bahaya adalah 66% atau 33% kayu solid (Dudkiewicz & Durlak 2021).

Potensi patah pada batang bawah didukung oleh beban muatan yang berada di atasnya. Batang atas yang masih memiliki kayu solid dapat meningkatkan beban muatan (Gambar 4). Akan tetapi beban muatan ini lebih rendah dan dapat mengurangi potensi patah karena beban dari tajuk yang kecil. Tajuk *E. alba* memiliki diameter 13 m dengan volume tajuk 51,9 m³, namun kepadatannya hanya 15%. Pohon yang tumbuh dengan

normal harus memiliki kemampuan beban fisik dari internal dan menahan beban eksternal (James 2010). Angin merupakan tekanan yang menyebabkan beban eksternal yang paling penting dalam setiap individu pohon untuk berdiri tegak (Jacobs 1936). Kekuatan angin dapat menjadi titik kritis seiring dengan bertambahnya umur dan dimensi pohon (Vogel 1989). Pohon yang tumbuh di iklim tropis cenderung memiliki beban tambahan berupa tumbuhan epifit yang dapat menambah beban tajuk pohon utama (Niklas 2016), sehingga meningkatkan pula beban muatan pada batang utama. Dengan demikian, beban tajuk yang rendah dapat mengurangi beban muatan pada batang utama *E. alba*.



Gambar 4. Visualisasi 3D teknologi tomografi pada empat level ketinggian pohon *E. Alba*: a. penampang horizontal, b. barat, c. selatan, d. Timur

Tabel 4. Hasil matriks kemungkinan kerusakan dan kategori risiko *E. alba*

Bagian pohon	Kemungkinan kerusakan	Kemungkinan dampak terhadap target	Dampak	Konsekuensi terhadap target	Kategori risiko
Tajuk dan percabangan	Mungkin	Sedang	Kemungkinan kecil	Minor	Rendah
Batang utama	Mungkin	Sedang	Kemungkinan kecil	Signifikan	Sedang
Akar dan leher akar	Pasti	Sedang	Mungkin	Signifikan	Tinggi

Rekomendasi penanganan

Berdasarkan pengamatan secara visual menunjukkan bahwa terdapat tiga kategori risiko yang berbeda pada masing-masing bagian pohon. Pada tajuk dan percabangan, kategori risiko dapat dikatakan rendah karena hanya terdapat sedikit percabangan dan kepadatan tajuk hanya 15%. Hal ini menandakan bahwa tajuk dan percabangan memiliki risiko rendah terhadap target (pengunjung, pegawai, kendaraan, dan tanaman koleksi). Selanjutnya pada batang utama memiliki kategori risiko sedang karena pelapukannya kurang dari 33% (Mattheck & Breloer 1993), sehingga dapat dikatakan

masih aman. Posisi pohon yang terlindung dari kanopi pohon lain di sekitarnya mengakibatkan pohon lebih terlindung dari terpaan angin. Beban muatan yang diterima batang utama dari beban tajuk juga lebih ringan karena jumlah cabang sedikit dan kepadatannya rendah. Akan tetapi, kategori risiko pada akar dan leher akar tergolong tinggi karena adanya dampak kerusakan yang mungkin terjadi dengan konsekuensi terhadap target yang signifikan. Hal ini juga didukung oleh adanya kondisi pelapukan di leher akar (ketinggian 50 cm) (Gambar 3a). Pelapukan di lokasi tersebut memiliki potensi patah pada bagian leher akar.

Rekomendasi penanganan *E. alba* yang pertama adalah mempertahankan proses fisiologis pohon. Kegiatan yang dapat dilakukan dengan menjaga kesuburan kimia tanah dengan pemberian pupuk, menjaga kesuburan fisik tanah, dan mengurangi pemadatan tanah, seperti membatasi pengunjung di bawah tajuk pohon. Kegiatan lainnya dengan melakukan pemasangan umpan rayap di sekitar pohon agar mengurangi koloni rayap, sehingga menurunkan laju pelapukan kayu. Selanjutnya secara estetika, rekomendasi pertama adalah pembuatan pagar melingkar (horizontal) ke arah utara sepanjang tinggi pohon (25,4 m). Pagar ini dapat berbentuk rantai atau tali yang diikatkan pada tiang besi dengan estetika yang indah (Gambar 5). Bentuk pagar seperti ini tidak akan menimbulkan kesan yang buruk terhadap pengunjung, tapi meningkatkan kewaspadaan

pengunjung atau pegawai ketika berada di sekitar *E. alba*. Rekomendasi kedua adalah asesmen ulang kondisi visual dan pelapukan batang dalam selang waktu satu tahun. Hal ini dapat dijadikan data untuk mengetahui tren kerusakan pada *E. alba* ke depan dan dapat menjadi dasar rekomendasi tambahan. Rekomendasi ketiga adalah membuat papan informasi terkait kondisi terkini dari kerusakan *E. alba*, status pohon pusaka, dan peringatan untuk tidak berada di zona dalam pagar pembatas. Papan informasi ini juga dijadikan media pembelajaran bagi pengunjung untuk memahami pentingnya melestarikan pohon pusaka dan sebagai usaha mitigasi risiko kerusakan dan bahayanya. Penebangan total atau sebagian tidak direkomendasikan mengingat status *E. alba* sebagai pohon pusaka di Kebun Raya Bogor.



Gambar 5. Rekomendasi bentuk pagar melingkari pohon *E. alba*
(Sumber: 414fencing 2022 dan Curley 2022)

KESIMPULAN DAN SARAN

Pohon pusaka *E. alba* di Kebun Raya Bogor memiliki potensi tumbang/patah batang utama yang kecil jika hanya diamati secara visual. Beban muatan yang mempengaruhi batang utama rendah disebabkan karena rendahnya beban muatan tajuk dan percabangan, yaitu *live crown ratio* 20% dengan kepadatan tajuk hanya 15%. Pelapukan batang utama mencapai 95% pada ketinggian 50 cm dan menurun pada ketinggian di atasnya. Rekomendasi penanganan pohon berisiko adalah mempertahankan proses fisiologis pohon dengan menjaga kesuburan tanah, pemasangan umpan rayap, pembuatan pagar melingkar ke arah utara; pengukuran pelapukan berkala (1 tahun sekali); dan pemberian papan informasi terkait kondisi terkini dan mitigasi bahaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada siswa magang dari SMK Kehutanan Bakti Rimba Bogor yang telah membantu pengambilan data di lapangan (Arya Alghazali, Ade W.

Darmarsyah, Muhammad A.A. Putra, Jufita Kamila, Tubagus Billy I, Aulia Nurul C, M. Hafidzudin, Arzanti Ramadhani, Moh. Tegar Darussalam) dan Tri Utomo Zelan Noviandi yang telah mendukung dokumentasi foto.

DAFTAR PUSTAKA

- 414fencing. 2022. Rope Post. <https://www.414fencing.co.uk/product/rope-post/>. (diakses tanggal 12 April 2022).
- Badel E, Ewers FW, Cochard H, Telewski FW. 2015. Acclimation of mechanical and hydraulic functions in trees: impact of the thigmomorphogenetic process. *Frontiers in Plant Science* 6: 1–12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00266>.
- Coates P. 2006. Arboreal immigrants. *In: American perceptions of immigrant and invasive species*. University of California Press, California.
- Curley K. 2022. Rope Fence. <https://www.pinterest.com/pin/300544975107001726/>. (diakses tanggal 12 April 2022).

- Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah BRIN (Badan Riset dan Inovasi Nasional). 2022. Data koleksi tanaman unit registrasi Kebun Raya Bogor, Cibodas, Purwodadi, dan Bali. (data tidak dipublikasikan).
- Dudkiewicz M, Durlak W. 2021. Sonic Tomograph as a tool supporting the sustainable management of historical greenery of the UMCS Botanical Garden in Lublin. *Sustainability* 13, 9451: 1–18. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13169451>.
- Göcke L. 2017. PiCUS Sonic Tomograph Software Manual Q74. Germany: argus electronic gmbh. www.argus-electronic.de. (diakses tanggal 12 April 2022).
- György D, Péter D, Ákos S, Márk S. 2020. Manual for the ArborSonic3D acoustic tomograph. <http://upload.fakopp.com/manuals/Manual.en-USv6.2.1.pdf>. (diakses tanggal 10 April 2022).
- Hazama N, Satriadi T, Hamidah S. 2022. Rendemen dan kualitas minyak Eukaliptus (*Eucalyptus alba*) dari desa Tebing Siring Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scienteeae* (5)2: 301–306.
- Helmanto H, Damayanti F, Rachmadiyanto AN. 2022. A safety factor of old trees *Pterocarpus indicus* Willd. in Bogor Botanic Gardens. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 950(10): 012009. IOP Publishing. Doi: 10.0.4.64/1755-1315/950/1/012009.
- Huang L, Jin C, Zhen M, Zhou L, Qian S, Jim C, Lin D, Zhao L, Minor J, Coggins C, Chen B, Yang Y. 2020a. Biogeographic and anthropogenic factors shaping the distribution and species assemblage of heritage trees in China. *Urban For Urban Green* 50: 126652. DOI:10.1016/J.UFUG.2020.126652.
- Huang L, Tian L, Zhou L, Jin C, Qian S, Jim CY, Lin D, Zhao L, Minor J, Coggins C, Yang Y. 2020b. Local cultural beliefs and practices promote conservation of large old trees in an ethnic minority region in southwestern China. *Urban For Urban Green* 49: 126584. DOI:10.1016/J.UFUG.2020.126584.
- International Society of Arboriculture. 2013. Basic tree risk assessment form. <https://www.isa-arbor.com/education/onlineresources/basictreeriskassessmentform> (diakses 10 Maret 2022)
- Jacobs MR. 1936. The effect of wind on trees. *Australian Forestry* 1(2): 25–32.
- James KR. 2010. A dynamic structural analysis of trees subject to wind loading. Disertasi Melbourne School of Land and Environments, The University of Melbourne.
- Jin C, Zheng M, Huang L, Qian S, Jim CY, Lin D, Zhao L, Minor J, Coggins C, Chen B, Zhang J, Yang Y. 2020. Co-existence between humans and nature: Heritage trees in China's yangtze River region. *Urban For Urban Green* 54: 126748. DOI:10.1016/J.UFUG.2020.126748.
- Jongkind CCH. 1993. *Eucalyptus alba* Reinw. ex Blume. In: Soerianegara I, Lemmens RHMJ (Ed): *Plant Resources of South-East Asia No 5(1): Timber trees; Major commercial timbers*. PROSEA Foundation, Bogor, Indonesia. Database record: prota4u.org/prosea.
- Karlinasari L. 2015. Teknologi acoustic tomograph untuk deteksi kondisi pohon. Lokakarya Mitigasi Pohon Tumbang di Perkotaan. Bandung 18 Maret 2015.
- Karlinasari L, Adzkiya U, Puspitasari T, Nandika D, Nugroho N, Syafitri UD, Siregar IZ. 2021. Tree morphometric relationships and dynamic elasticity properties in tropical rain tree (*Samanea saman* Jacq. Merr). *Forests* 12, 1711: 1–11. DOI: <https://doi.org/10.3390/f12121711>.
- Khabibi J. 2011. Rendemen dan mutu minyak kayu putih dari penyimpanan daun dan variasi volume air penyulingan. Skripsi. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Lai PY, Jim CY, Tang G Da, Hong WJ, Zhang H. 2019. Spatial differentiation of heritage trees in the rapidly-urbanizing city of Shenzhen, China. *Landscape and Urban Planning* 181: 148–156. DOI:10.1016/J.LANDURBPLAN.2018.09.017.
- Latumahina FS, Lihawa M. 2020. Serangan hama pada tegakan Ekaliptus (*Eucalyptus alba*) di Kawasan Hutan Lindung Gunung Nona Kota Ambon. *Jurnal Agrologia* 9(1): 39–45.
- Lin HW, Chuang YC, Liu WY. 2020. Assessing the economic value of an iconic urban heritage tree. *Forest Policy and Economics* 118: 102216. DOI:10.1016/J.FORPOL.2020.102216.
- Mailidarni N. 2018. Pengaruh lama serta penyulingan terhadap rendemen dan kualitas minyak daun kayu putih (*Meulaleuca leucadendron* L.). Electronic theses and dissertations (ETD). Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Matthack C, Breloer H. 1994. Field guide for visual tree assessment (VTA). *Arboricultural Journal* 18(1): 1–23. Doi: 10.1080/03071375.1994.9746995.
- Matthack C, Breloer H. 1993. *The Body Language of Trees: A Handbook for Failure Analysis*. Office of the Deputy Prime Minister, London.
- Metboki B, Astiti NPA, Proborini MW. 2016. Efektivitas ekstrak kulit batang Ampupu (*Eucalyptus alba* Reinw. ex Blume) dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. Penyebab busuk tongkol jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Metamorfosa* 3(2): 59–64.
- Nandika D, Kusuma H, Kusumawardhani DT, Rumiati E, Tata, Karlinasari L, Siregar IZ. 2020. Health assessment of large and old trees in Ragunan Zoo,

- Jakarta. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 935, 102072. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/935/1/012072>
- Nicolotti G, Socco LV, Martinis R, Godio A, Sambuelli L. 2003. Application and comparison of three tomographic techniques for detection of decay in trees. *Journal of Arboriculture* 29: 66–78.
- Niklas KJ. 2016. Tree Biomechanics with special reference to tropical trees. *In*: Goldstein G, Santiago L. (eds) *Tropical tree physiology. Tree Physiology* 6. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-27422-5_19.
- Nuhamura ST, Kasno. 2001. Stem Present status of forest vitality. *In*: Stuckle IC, Siregar CA, Supriyanto, Kartana J (eds). *Forest Health Monitoring to Monitor Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest: Volume II. International Tropical Timber Organization and Southeast Asian Regional Center for Tropical Biology, Bogor*.
- POWO (Plants of the World Online). 2022. *Eucalyptus alba* Reinw. ex Blume. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:592664-1> (diakses 7 April 2022).
- Rachmadiyanto AN, Helmanto H, Mujahidin. 2017. Monitoring tree health at Dr. M. Goenawan Partowidigdo Lung Hospital Cisarua, Bogor, West Java. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* 3(3): 401–406.
- Rachmadiyanto AN, Hariri MR, Primananda E, Suhatman A, Kuswara U. 2021. Asesmen kesehatan 12 pohon ikonis dan bernilai sejarah di Kebun Raya Bogor. *Buletin Kebun Raya* 24(3): 104–116. DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v24i3.745>
- Sulistiyantara B. 2014. Upaya menurunkan resiko pohon tumbang. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan* 1(1): 7–11.
- Usmadi D, Pribadi DO. 2021. Estimasi biomassa vegetasi Kebun Raya Bogor menggunakan kombinasi citra Worldview-2 dan algoritma pemelajaran mesin. *Buletin Kebun Raya* 24(1): 1–12. DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v23i1.632>.
- Vogel S. 1989. Drag and reconfiguration of broad leaves in high winds. *Journal of Experimental Biology* 40(217): 941–948.
- Yaacob WNAHWA, Hassan N, Hassan K, Nayan NM. 2016. The morphology of heritage trees in Colonial Town: Taiping Lake Garden, Perak, Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 222: 621–630. DOI: 10.1016/J.SBSPRO.2016.05.219.
- Zhao D, Kane M, Borders B. 2012. Crown ratio and relative spacing relationships for Loblolly Pine Plantations. *Open Journal of Forestry* 2: 107–112. DOI: 10.4236/ojf.2012.23014.