

Scientific Article

KERAGAMAN JENIS *AGATHIS* DI DUNIA DAN RIAP TAHUNAN *Agathis dammara* (Lamb.) Poir. DAN *Agathis borneensis* Warb. DI KEBUN RAYA EKA KARYA, BALI

Agathis diversity and mean annual increment of Agathis dammara (Lamb.) Poir. and *Agathis borneensis* Warb. in Eka Karya Bali Botanic Garden

I Dewa Putu Darma, Rajif Iryadi, Ayyu Rahayu*, Siti Fatimah Hanum, Sutomo

Pusat Riset Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya, dan Kehutanan, Badan Riset dan Inovasi Nasional-BRIN
 Jl. Ir. H. Juanda No.13 Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia 16003

Informasi Artikel

Diterima/Received : 31 Agustus 2021

Disetujui/Accepted : 4 April 2022

Diterbitkan/Published : 30 April 2022

*Koresponden E-mail :
 ayyurahayu08@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v25i1.748>

Cara mengutip

Darma IDP, Iryadi R, Rahayu A, Hanum SF, Sutomo. 2022. Keragaman jenis *agathis* di dunia dan riap tahunan *Agathis dammara* (Lamb.) Poir. dan *Agathis borneensis* Warb. di Kebun Raya Eka Karya, Bali. Buletin Kebun Raya 25(1): 34–43.
 DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v25i1.748>

Kontributor

Kontributor Utama/Main author:

I Dewa Putu Darma
 Rajif Iryadi
 Ayyu Rahayu
 Siti Fatimah Hanum
 Sutomo

Kontributor Anggota/Author member:

-

Keywords: *Agathis*, Bali Botanic Garden, diversity, IUCN Red List, mean annual increment

Kata Kunci: *Agathis*, IUCN Red List, Kebun Raya Eka Karya, Bali, keragaman, riap tahunan

Abstract

The success of botanic gardens in carrying out their duties and functions can be seen in their plant collections and conservation efforts, including restoration, reintroduction, and cultivation. As a scientific basis, the success needs to be supported by primary data, namely species diversity, growth and habitat suitability. This research aims to inventory the diversity of *Agathis* species in the world and obtain information on the growth of *Agathis* grown exsitu in the Eka Karya Botanic Garden, Bali. This research used a literature study and a census on *A. borneensis* and *A. dammara* tree collections. Observed parameters included measurements of growth, annual increments, and environment. The results of a literature study show that there are 17 species of *Agathis* in the world. The Eka Karya Bali Botanic Garden has only collected four species, namely *A. australis*, *A. borneensis*, *A. dammara*, and *A. robusta*, whereas seven collection numbers have not yet been identified in species level. *A. borneensis* and *A. dammara* are classified as endangered and vulnerable threatened species according to the IUCN Red List ver. 3.1. This research showed that the mean annual increments of *A. borneensis* were higher than that of *A. dammara* on trees aged 12 and 50 years. Both species' mean annual increments in height and diameter continued to increase at a young age (3–12 years) and stagnated at a mature age (50–64 years).

Abstrak

Keberhasilan kebun raya dalam menjalankan tugas dan fungsinya dapat dilihat dari kelengkapan koleksi tumbuhan dan usaha konservasinya yang meliputi restorasi, reintroduksi, dan pembudidayaannya. Hal ini perlu didukung oleh adanya data dasar seperti keragaman jenis, pertumbuhan, dan kesesuaian habitat suatu jenis tumbuhan sebagai basis ilmiah. Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi keragaman jenis *Agathis* yang ada di dunia dan memperoleh informasi pertumbuhan *Agathis* yang ditanam secara *ex-situ* di Kebun Raya Eka Karya, Bali. Metode penelitian yang digunakan adalah penelusuran pustaka dan sensus pada koleksi *A. borneensis* dan *A. dammara*. Parameter yang diamati meliputi pengukuran pertumbuhan, riap tahunan, dan lingkungan. Hasil penelusuran pustaka menunjukkan bahwa keragaman *Agathis* di dunia tercatat ada 17 jenis. Kebun Raya Eka Karya, Bali telah mengoleksi empat jenis yang terdiri dari *A. australis*, *A. borneensis*, *A. dammara*, dan *A. robusta*, sedangkan tujuh nomor koleksi masih belum teridentifikasi hingga jenis. *A. borneensis* dan *A. dammara* termasuk dalam jenis genting dan rentan, berdasarkan IUCN Red List ver. 3.1. Hasil pengamatan menunjukkan riap tahunan rata-rata *A. borneensis* lebih besar daripada riap tahunan rata-rata *A. dammara* pada pohon yang berumur 12 dan 50 tahun. Riap tinggi dan riap diameter kedua jenis *Agathis* terus bertambah pada usia muda (3–12 tahun) dan stagnan pada usia tua (50–64 tahun).

PENDAHULUAN

Agathis (damar) merupakan salah satu marga dalam suku Araucariaceae yang dijumpai di daerah hutan hujan tropis (Whitmore 1980; Soerianegara et al. 1994; Syaid 2010; Hamilton et al. 2019). Jumlah jenis *Agathis* berbeda-beda tergantung konsep jenis yang digunakan. Ada pihak yang menyatakan 21 jenis dan 11 jenis diantaranya terdapat di Malesia, ada pula yang membedakan menjadi 13 jenis dan hanya 4 jenis yang ditemukan di kawasan Malesia (Soerianegara et al. 1994). Persebaran alami *Agathis* dimulai dari Semenanjung Malaysia, Sumatra, Borneo, Sulawesi, Filipina, Maluku, dan Papua Nugini hingga Australia bagian barat, Kepulauan Solomon, Kaledonia Baru, Vanuatu, Fiji dan Selandia Baru bagian utara (Soerianegara et al. 1994). *Agathis* dicirikan dengan daun muda yang lebih besar dari daun dewasa, mempunyai bentuk bervariasi antar jenis (bulat telur sampai lanset) dengan kulit kayu lunak berwarna abu-abu sampai cokelat kemerahan.

Agathis menjadi salah satu jenis pohon yang termasuk dalam kelompok perdagangan utama di Semenanjung Malaysia dan Sabah (Soerianegara et al. 1994). Nurhasybi & Sudrajat (2001) mengemukakan bahwa damar dimanfaatkan dari getah dan kayunya, dimana getah ini berasal dari kulit kayu yang mengeluarkan resin bening (kopal). Kopal selanjutnya dapat digunakan sebagai pelitur dan pembuatan minyak pelapis. Kayu damar digunakan untuk pembuatan korek api, perabot rumah tangga, finis, kayu lapis, dan bubur kertas (pulp). Di Kampung Bariat, Distrik Konda, Kabupaten Sorong Selatan, kayu damar dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan baku bangunan dan kayu bakar (Antoh et al. 2015).

Masyarakat sekitar hutan sangat tergantung pada hutan. Selain mengambil hasil hutan, mereka juga mengubah hutan menjadi lahan untuk berladang (Hanafi et al. 2017). Deforestasi yang semakin ekstensif dan degradasi hutan tropis menjadi kontributor nyata bagi hilangnya biodiversitas dan penyebab pemanasan global (Budiharta et al. 2014). Deforestasi yang terjadi di Provinsi Kalimantan Tengah yang notabene merupakan habitat asli *Agathis borneensis* turut menjadi salah satu penyebab jenis ini masuk ke dalam kategori *Endangered A4cd* berdasarkan kriteria IUCN *Red List* ver. 3.1 (Usmadi 2019).

Salah satu upaya untuk mengembalikan fungsi hutan adalah melalui restorasi. Restorasi menggunakan jenis asli (*native species*) diperlukan untuk mendukung konservasi biodiversitas dan menyediakan jasa ekosistem (Budiharta et al. 2014; Budiharta et al. 2018) serta menghindari masuknya tumbuhan invasif (Rosleine et al. 2014). Ide pemanfaatan *A. borneensis* dan *A. dammara* untuk kegiatan restorasi diharapkan tidak hanya

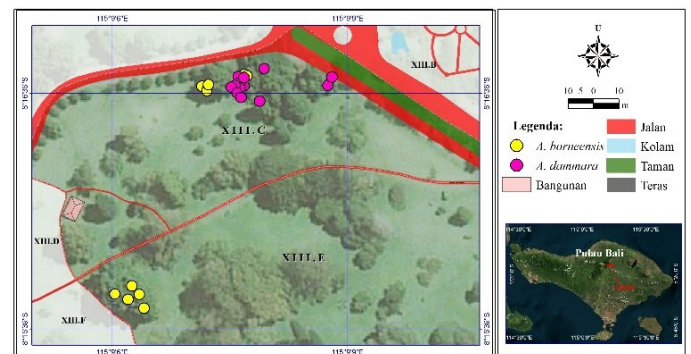
memberikan dampak ekonomi bagi masyarakat, namun juga sebagai upaya konservasi di habitat alami. Keberhasilan kegiatan restorasi *Agathis* perlu didukung dengan adanya informasi pertumbuhan *Agathis* di luar habitat aslinya. Menurut Setiawan et al. (2019), riap tahunan rata-rata *A. dammara* yang tumbuh di habitat alaminya (Arboretum Inhutani I Balikpapan) sebesar 15.67 m³/ha/tahun. Untuk mendukung tugas pokok dan fungsi Kebun Raya Eka Karya (KREK), Bali sebagai lembaga konservasi, diperlukan juga informasi keragaman jenis *Agathis* yang akan menjadi basis data ilmiah. Kelengkapan data ini dapat digunakan untuk menentukan sasaran dalam kegiatan eksplorasi, seperti penetapan target jenis-jenis tumbuhan yang akan dikoleksi.

Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi keragaman jenis *Agathis* yang ada di dunia dan memperoleh informasi pertumbuhan *Agathis* yang ditanam secara *ex-situ*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah nilai ilmiah dari koleksi *Agathis* di KREK, sehingga dapat meningkatkan keberhasilan kegiatan restorasi nantinya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di petak koleksi nomor XII.C dan XII.E Kebun Raya Eka Karya (KREK) yang berlokasi di Desa Candikuning, Kecamatan Baturiti, Kabupaten Tabanan, Bali (Gambar 1). KREK terletak pada ketinggian 1.250–1.450 m dpl. (Darma 2012). KREK memiliki curah hujan rata-rata 2.000–3.000 mm per tahun, dengan rata-rata 155 hari hujan per tahun, dan suhu udara 11,5–25°C (Sutomo et al. 2019). Menurut klasifikasi iklim Schmidt–Ferguson, lokasi penelitian termasuk ke dalam klasifikasi iklim tipe A dengan 8 bulan basah dan 1 bulan kering pada Bulan Agustus (Rahayu 2020). Pengukuran parameter pertumbuhan koleksi *Agathis* dilakukan pada Maret–April 2020 yang termasuk dalam bulan basah (curah hujan lebih dari 100 mm).



Gambar 1. Lokasi koleksi *Agathis borneensis* dan *A. dammara* di Kebun Raya Eka Karya, Bali.

Bahan dan alat

Material yang digunakan dalam kegiatan ini adalah seluruh individu koleksi *A. borneensis* Warb. dan *A. dammara* (Lamb.) Poir. koleksi KREK yang masing-masing terdiri atas 12 dan 10 spesimen. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *diameter tape*, *hagameter*, *meteran*, dan *soil tester*.

Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah penelusuran pustaka untuk mengetahui keragaman jenis *Agathis* di dunia, sedangkan data primer diperoleh dengan metode sensus pada koleksi *Agathis*. Data koleksi *Agathis* diperoleh dari Unit Registrasi KREK, sedangkan status konservasinya diperoleh dari *The International Union for Conservation of Nature's (IUCN) Red List of Threatened Species ver. 3.1* tahun 2001 (IUCN Red List 2020).

Parameter pengamatan

Parameter pengamatan pertumbuhan yang diamati adalah diameter pohon setinggi dada (DBH/*diameter at breast height*) dan tinggi pohon. Pengukuran DBH dilakukan dengan mengukur diameter pohon pada ketinggian 1,3 m dari permukaan tanah. Pengukuran tinggi pohon dilakukan dengan membidik jarak antara pangkal batang dari permukaan tanah dan puncak tajuk dengan menggunakan *hagameter*. Data lingkungan yang diamati adalah pH tanah yang dilakukan bersamaan pada saat pengukuran parameter pertumbuhan *Agathis*. Pengukuran pH dilakukan menggunakan *soil tester*, dengan cara dibenamkan dalam tanah sedalam ±5 cm dari permukaan tanah dan ditunggu sampai angka berhenti untuk dilakukan pencatatan (Wijayanti 2008).

Analisis data

Data hasil pengukuran di lapangan digunakan untuk penghitungan riap pohon. Riap digunakan untuk menyatakan pertambahan dimensi (diameter, tinggi, luas bidang dasar, dan volume) pohon atau tegakan per satuan luas pada waktu tertentu (tahun). Parameter kuantitatif yang dilakukan dalam perhitungan riap diuraikan sebagai berikut:

a. Luas Bidang Dasar (LBDS)

$$LBDS = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

Keterangan:

LBDS = luas bidang dasar (m²/ha)

π = nilai *phi* (3,14159)

d = diameter batang setinggi dada atau setinggi 1,3 m

b. Volume Pohon

$$V = LBDS \times T \times F$$

Keterangan:

V = Volume pohon (m³)

LBDS = luas bidang dasar (m²/ha)

T = tinggi (m)

F = faktor bentuk bernilai 0,6 berdasar metode Pressler (Brack 2001)

c. Riap rata-rata tahunan tinggi (m/tahun)

$$Riap\ rata - rata\ tahunan\ tinggi = T(t)/t$$

Keterangan:

T(t) = Total tinggi pada umur t (m)

t = umur pohon (tahun) yang diketahui dari data koleksi di Unit Registrasi KREK

d. Riap rata-rata tahunan diameter (cm/tahun)

$$Riap\ rata - rata\ tahunan\ diameter = Dbh(t)/t$$

Keterangan:

Dbh (t) = diameter setinggi dada pada umur t (cm)

t = umur pohon (tahun) yang diketahui dari data koleksi di Unit Registrasi KREK

e. Riap rata-rata tahunan volume (m³/tahun)

$$Riap\ rata - rata\ tahunan\ volume = V(t)/t$$

Keterangan:

V(t) = volume pada umur t (m³)

t = umur pohon (tahun) yang diketahui dari data koleksi di Unit Registrasi KREK

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman jenis *Agathis* di dunia

Menurut <https://powo.science.kew.org> (2022), *Agathis* terdiri atas 17 jenis (Tabel 1), sedangkan di Kebun Raya Eka Karya (KREK), Bali baru memiliki koleksi sebanyak 4 jenis, yaitu *Agathis australis* (D. Don) Lind., *A. borneensis* Warb., *A. dammara* (Lamb.) Poir., dan *A. robusta* (C. Moore ex F. Muell.) F.M. Bailey, dan tujuh nomor koleksi masih belum teridentifikasi hingga penamaan jenis.

Saat ini, dua dari empat jenis *Agathis* yang sudah terkoleksi di KREK termasuk ke dalam kategori terancam punah menurut *IUCN Red List of Threatened Species* (IUCN Red List 2020). Jenis *Agathis* yang dimaksud adalah *A. borneensis* Warb. yang masuk dalam kategori genting (*endangered*) (Farjon 2013a) dan *A. dammara* (Lamb.) Poir. yang masuk dalam kategori rentan (*vulnerable*) (Farjon 2013b). Dari 17 jenis *Agathis* di dunia, baru ada empat jenis telah terkonservasi di KREK. Jumlah koleksi seperti ini seharusnya menjadi perhatian dalam kegiatan konservasi tumbuhan di Indonesia dan bisa menjadi target prioritas pada kegiatan eksplorasi yang akan dilakukan. Menurut Purnomo *et al.* (2015), eksplorasi untuk koleksi kebun raya di Indonesia perlu diarahkan pada lokasi sebaran jenis-jenis terancam Indonesia berdasarkan *IUCN Red List*.

Agathis flavescens Ridl. merupakan jenis endemik di Semenanjung Malaysia yang dilaporkan dijumpai di Gunung Tahan, Pahang dan Gunung Rabong, Kelantan

(Lim 2007). Belum ditemukan referensi dan record GBIF yang menyebutkan keberadaan jenis ini di Indonesia. *A. kinabaluensis* de Laub. dilaporkan ditemukan di Sabah, Malaysia (de Laubenfels 1979; van der Ent et al. 2015). Sementara itu *A. lenticulata* de Laub dilaporkan ditemukan di Sabah, Malaysia (de Laubenfels 1979) dan *A. orbicula* de Laub juga ditemukan di Sabah dan Sarawak,

Malaysia (de Laubenfels 1979). Namun demikian, belum ada publikasi yang menyebutkan keberadaan ketiga jenis *Agathis* tersebut di Indonesia. *A. labillardieri* Warb merupakan endemik Papua yang ditemukan tumbuh di hutan Siwi Momiwaren, Papua Barat (Siburian et al. 2020).

Tabel 1. Daftar keragaman jenis *Agathis* di dunia

No	Nama Jenis	Nama Umum	Persebaran	Status terkoleksi	Status Konservasi
1	<i>Agathis atropurpurea</i> Hyland	Kauri hitam, Kauri biru	Queensland, Australia	Belum	<i>Near threatened</i>
2	<i>Agathis australis</i> (D. Don) Lindl.	Kauri, Kauri selandia baru	North Island, Selandia Baru	Sudah	<i>Not evaluated</i>
3	<i>Agathis borneensis</i> Warb.	damar pilau	Malesia barat	Sudah	<i>Endangered</i>
4	<i>Agathis dammara</i> (Lamb.) Poir.	damar raja	Filippina hingga Maluku	Sudah	<i>Vulnerable</i>
5	<i>Agathis flavescens</i> Ridl.		Semenanjung Malaysia (Gunung Rabong, Gunung Tahan)	Belum	<i>Vulnerable</i>
6	<i>Agathis kinabaluensis</i> de Laub.		Borneo (Gunung Kinabalu, Gunung Murud)	Belum	<i>Endangered</i>
7	<i>Agathis labillardierei</i> Warb.	Damar putih	New Guinea	Belum	<i>Near Threatened</i>
8	<i>Agathis lanceolata</i> Warb.		kaledonia Baru	Belum	<i>Vulnerable</i>
9	<i>Agathis lenticula</i> de Laub.	Tanggilan, tengilan	Borneo (Sabah, Brunei)	Belum	<i>Vulnerable</i>
10	<i>Agathis macrophylla</i> (Lindl.) Mast.	Kauri pasifik, Dakua	Kepulauan Santa Cruz, Vanuatu, Fiji	Belum	<i>Éndangered</i>
11	<i>Agathis microstachya</i> J.F.Bailey & C.T.White	Kauri Sapi Jantan	Queensland (Cook)	Belum	<i>Near Threatened</i>
12	<i>Agathis montana</i> de Laub.		New Kaledonia Baru bagian timur laut (Mt. Panié)	Belum	<i>Critically endangered</i>
13	<i>Agathis moorei</i> (Lindl.) Mast.	Kauri merah	Kaledonia Baru	Belum	<i>Vulnerable</i>
14	<i>Agathis orbicula</i> de Laub.	Tubu	Borneo	Belum	<i>Endangered</i>
15	<i>Agathis ovata</i> (C.Moore ex Vieill.) Warb.		Kaledonia Baru bagian tengah dan tenggara	Belum	<i>Endangered</i>
16	<i>Agathis robusta</i> (C. Moore ex F. Muell.) F.M. Bailey	Kauri Queensland	Papua Nugini sampai Kepulauan Bismarck, Queensland bagian timur, dan	Sudah	<i>Least Concern</i>
17	<i>Agathis silbae</i> de Laub.		Vanuatu (Espiritu Santo)	Belum	<i>Near threatened</i>

Tabel 2. Daftar jenis koleksi *Agathis* di Kebun Raya Eka Karya, Bali

No	Nama jenis	Nomor koleksi	Asal koleksi	Tahun penanaman
1	<i>Agathis australis</i> (D. Don) Lindl.	XIII.C.12-12a-12b-12c	Australia	1970
2	<i>Agathis borneensis</i> Warb.	X.C.212-212a-212b	Kalimantan	2004
		XIII.C.36-36a	Kalimantan	2008
		XIII.C.38-38a-38b	Kalimantan	2017
		XIII.E.38-38a-38b-38c-38d	Bali	1956
3	<i>Agathis dammara</i> (Lamb.) Poir.	XIII.C.14	-	1970
		XIII.C.16-16a	-	1970
		XIII.C.35-35a	Sulawesi	2008
		XIII.C.37-37a-37b-37c-37d	Bali	2011
4	<i>Agathis robusta</i> (C. Moore ex F. Muell.) F. M. Bailey	XIII.C.10-10a-10b-10c-10d	-	1970
5	<i>Agathis</i> sp.	XIII.C.15-15a	Bali	1969
		XIII.C.34	Lombok	1993
		XIII.J.54	Sulawesi	2005
		XIII.M.7a	Papua	1984
		XIII.M.8	Bali	1984
		XIII.M.9-9a	Sulawesi	1998
		XIII.M.10-10a-10b-10c-10d	Kalimantan	1995

Konservasi koleksi *Agathis* Kebun Raya Eka Karya, Bali

Berdasarkan katalog Kebun Raya Eka Karya, Bali per Oktober 2019, terdapat empat jenis *Agathis* dan satu belum teridentifikasi hingga level jenis yang tersebar di lima petak, yaitu petak X.C, XIII.C, XIII.E, XIII.J, dan XIII.M (Tabel 2). Koleksi *Agathis* di KREK berasal dari berbagai daerah di Indonesia seperti Kalimantan, Sulawesi, Lombok, Bali, Papua, dan Australia. Sejak awal peresmian KREK pada tahun 1959 sampai saat ini, telah dilakukan penanaman *Agathis* di kebun sebanyak 18 nomor koleksi. Berdasarkan data dalam buku kebun KREK, terjadi penurunan jumlah koleksi *Agathis* dari awal penanaman sampai saat ini karena beberapa individu mati. Kematian koleksi *Agathis* disebabkan karena adanya faktor penyakit, seperti busuk di akar dan pangkal batang. Koleksi *A. borneensis* tertua yang dimiliki KREK ditanam

pada tahun 1956. Awal mula penanaman jenis ini adalah sebagai tanaman reboisasi yang sekaligus menjadi salah satu koleksi awal KREK. Sementara itu, terdapat pula koleksi *Agathis* sp. yang baru ditanam pada tahun 2017. Variasi umur tegakan *Agathis* ini nantinya digunakan pula dalam merepresentasikan kelas umur dalam perhitungan riap pertumbuhan *Agathis*.

Agathis borneensis di KREK terdapat 4 variasi umur pohon, yaitu 3, 12, 50, dan 64 tahun. Sementara *A. dammara* terdapat 3 variasi umur, yaitu 9, 12, dan 50 tahun. *A. borneensis* paling tua berumur 64 tahun dengan diameter batang 38–89,5 cm dan tinggi pohon 1,5–26 m, sedangkan *A. dammara* paling tua berumur 50 tahun dengan diameter batang 16,87–29,5 cm dan tinggi pohon 4,5–23 m (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil pengukuran dan perhitungan riap pertumbuhan *A. borneensis* dan *A. dammara* di Kebun Raya Eka Karya, Bali

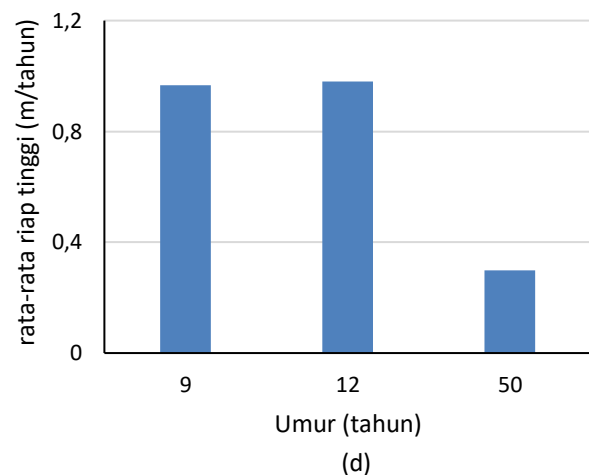
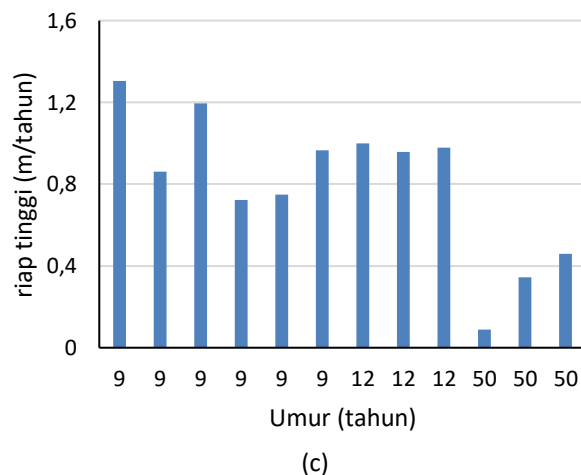
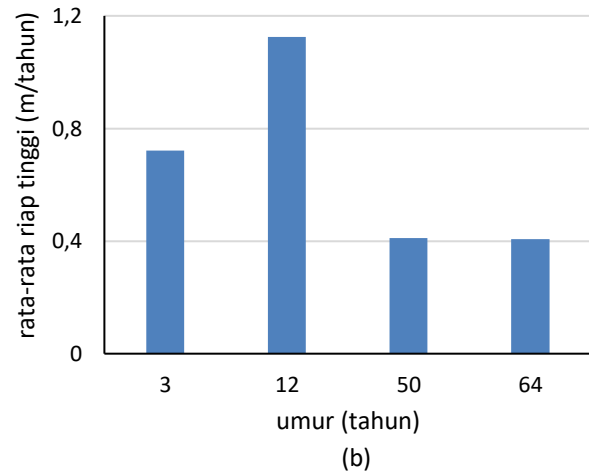
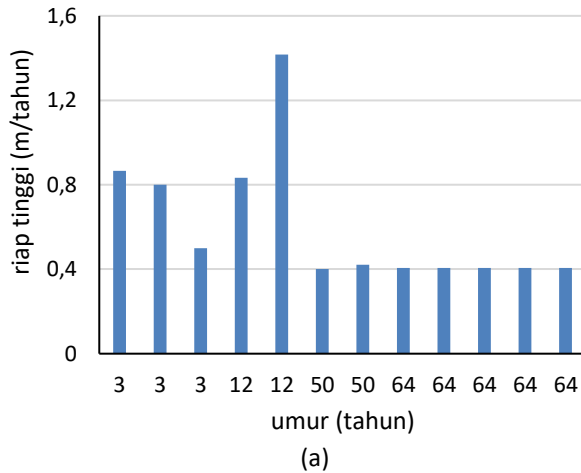
Jenis	Nomor	Umur pohon (tahun)	pH tanah	Diameter batang (cm)	Tinggi pohon (m)	Riap tinggi (m/th)	Riap diameter (cm/th)	Volume pohon (m ³)
<i>Agathis borneensis</i>	XIII.E.38	64	5,4	89,5	26,0	0,41	1,40	9,81
Warb.	XIII.E.38a	64	5,4	65,0	26,0	0,41	1,02	5,17
	XIII.E.38b	64	5,2	38,0	26,0	0,41	0,59	1,77
	XIII.E.38c	64	5,2	82,0	26,0	0,41	1,28	8,23
	XIII.E.38d	64	5,2	52,0	26,0	0,41	0,81	3,31
	XIII.C.9	50	5,6	39,0	20,0	0,40	0,78	1,43
	XIII.C.9a	50	5,4	37,0	24,0	0,42	0,74	1,35
	XIII.C.36	12	5,2	14,0	10,0	0,83	1,17	0,09
	XIII.C.36a	12	5,2	16,5	17,0	1,42	1,38	0,22
	XIII.C.38	3	5,4	25,0	2,6	0,87	0,83	0,00
	XIII.C.38a	3	5,2	22,0	2,4	0,80	0,73	0,00
	XIII.C.38b	3	5,4	16,0	1,5	0,50	0,53	0,00
<i>Agathis dammara</i> (Lamb.) Poir.	XIII.C.14	50	5,0	29,5	45,0	0,59	0,09	0,18
	XIII.C.16	50	5,2	23,1	17,2	0,46	0,34	0,43
	XIII.C.16a	50	5,2	16,9	23,0	0,34	0,46	0,31
	XIII.C.35	12	5,2	15,0	12,0	1,25	1,00	0,13
	XIII.C.35a	12	5,4	11,0	11,5	0,92	0,96	0,07
	XIII.C.37	9	5,2	13,0	11,8	1,44	1,31	0,09
	XIII.C.37a	9	5,4	10,0	7,8	1,11	0,86	0,04
	XIII.C.37b	9	5,4	11,0	10,8	1,22	1,19	0,06
	XIII.C.37c	9	5,4	9,2	6,5	1,02	0,72	0,03
	XIII.C.37d	9	5,4	8,0	6,8	0,89	0,75	0,02

Berdasarkan pengukuran pertumbuhan, rata-rata tinggi dan diameter *A. dammara* di KREK paling tua berumur 50 tahun masing-masing sebesar 28,4 m dan 23,2 cm. Hasil ini jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil penelitian Karlinasari *et al.* (2021) yang mengungkapkan bahwa *A. dammara* di kawasan kampus Institut Pertanian Bogor memiliki diameter rata-rata 49 cm. Secara umum, pertumbuhan *A. borneensis* relatif lebih besar dibandingkan dengan *A. dammara*. Pada umur pohon 12 tahun, rata-rata diameter dan tinggi *A. borneensis* adalah 15,25 cm dan 13,5 m, lebih besar dibandingkan *A. dammara* yang mempunyai diameter dan tinggi pohon masing-masing adalah 13 cm dan 11,75 m.

Begitu pula pada umur pohon 50 tahun, rata-rata diameter dan tinggi *A. borneensis* lebih besar yaitu 38 cm dan 22 m, sementara pada *A. dammara* hanya sebesar 23,2 cm dan 28,4 m.

Hasil pengukuran pH tanah di petak *Agathis* yang diamati berkisar 5,0–5,6 yang termasuk dalam kriteria agak masam. Nilai pH tanah yang agak masam ini masih termasuk nilai yang dapat ditoleransi untuk pertumbuhan *Agathis*. Hal ini sesuai dengan kesesuaian habitat tumbuh *A. dammara* yang dilaporkan oleh Siregar & Supriyanto (2001) bahwa *Agathis* dapat tumbuh pada tanah dengan pH asam sampai netral. Selanjutnya Siregar dan Supriyanto (2001) juga mengusulkan kesesuaian habitat

untuk *A. dammara* antara lain ketinggian tempat 100–1.600 m dpl., curah hujan 2.000–4.000 mm/tahun, suhu udara harian 12–34°C, tekstur tanah sedang sampai berat, dan drainase sedang sampai baik. Perkebunan *A. dammara* di kawasan Taman Nasional Gunung Halimun Salak mampu menghasilkan kualitas kopal yang memenuhi standar SNI dan tumbuh baik pada ketinggian 600–1.700 m dpl. dengan suhu 24 °C dan kelembapan udara 75% (Adalina & Sawitri 2020).



Gambar 2. Riap tinggi *Agathis* di KREK: (a) riap tinggi *A. borneensis*, (b) rata-rata riap tinggi *A. borneensis*, (c) riap tinggi *A. dammara*, (d) rata-rata riap tinggi *A. dammara*

Hasil perhitungan riap tinggi *A. borneensis* umur 64 tahun adalah 0,4 m/tahun (Gambar 2a). Rata-rata riap tinggi *A. borneensis* memperlihatkan peningkatan pada umur muda (3–12 tahun) kemudian stagnan pada umur tua (50–64 tahun) (Gambar 2b). Hasil ini tidak jauh berbeda dengan kajian yang dilakukan oleh Ang *et al.* (2018) yang melakukan monitoring perkembangan pertumbuhan bibit *A. borneensis* berumur kurang dari 10 tahun selama 60 bulan pada area bekas tambang yang menunjukkan rerata pertumbuhan tinggi pohon sebesar 0,78 m/tahun. Sementara itu, hasil perhitungan riap tinggi *A. dammara* berada pada kisaran 0,1–1,4 m/tahun (Gambar 2c). Secara rata-rata riap tinggi *A. dammara* memperlihatkan peningkatan pada umur muda (9–12

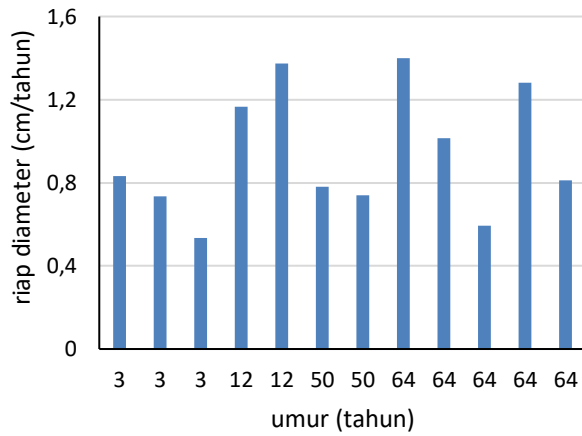
tahun) kemudian menurun pada umur tua (50 tahun) (Gambar 2d).

Riap diameter

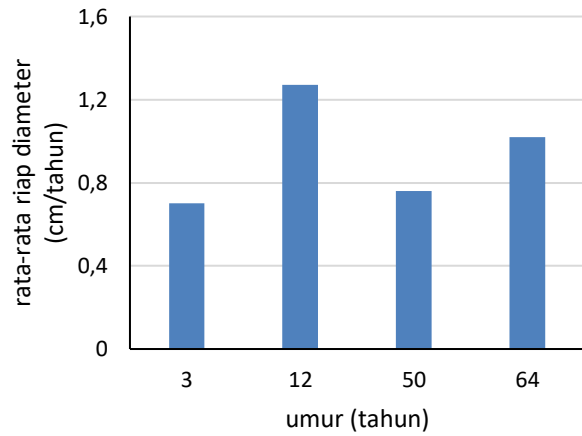
Riap diameter tertinggi mencapai 1,40 cm/tahun dan riap terendah mencapai 0,53 cm/tahun pada *A. borneensis* (Gambar 3a), sedangkan secara rata-rata riap diameter *A. borneensis* mengalami peningkatan pada usia muda (3–12 tahun) dan umur 64 tahun (Gambar 3b).

Riap diameter tertinggi mencapai 1,44 cm/tahun dan riap terendah mencapai 0,3 cm/tahun pada *A. dammara* (Gambar 3c), sedangkan rata-rata riap diameter *A. dammara* menunjukkan penurunan seiring dengan pertambahan umur (Gambar 3d). Riap diameter *A. dammara* mengalami peningkatan pada saat usia pohon

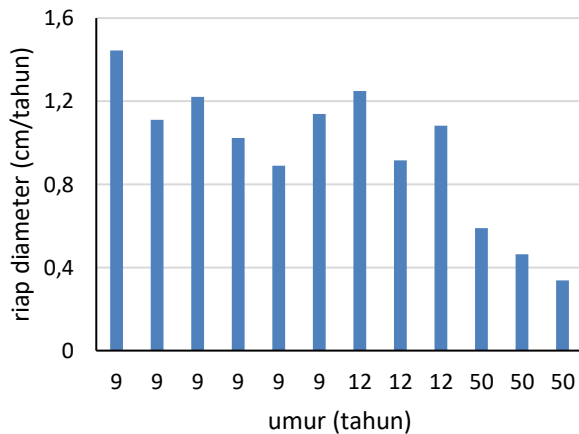
masih muda (9–12 tahun) kemudian mengalami penurunan pada saat usia pohon sudah tua (50 tahun). Untuk memperbesar riap diameter, maka perlakuan pemupukan dan penjarangan harus dilakukan pada saat *A. borneensis* dan *A. dammara* berusia muda (3–12 tahun). Hal ini sesuai dengan rekomendasi dari Wei et al.



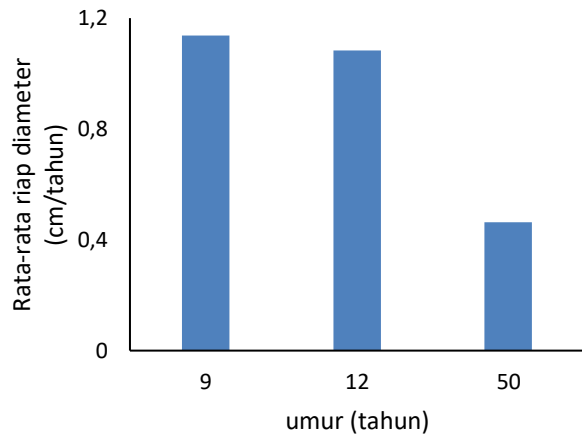
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3. Riap diameter *Agathis* di KREK: (a) riap diameter *A. borneensis*, (b) rata-rata riap diameter *A. borneensis*, (c) riap diameter *A. dammara*, (d) rata-rata riap diameter *A. dammara*

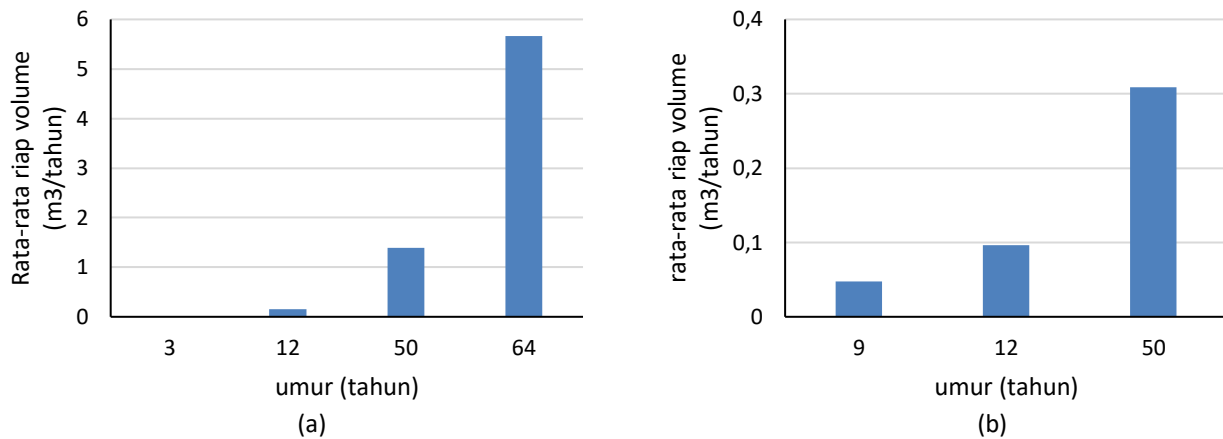
Riap volume tahunan

Riap volume *A. borneensis* dan *A. dammara* bertambah seiring dengan pertambahan umur pohon (Gambar 4). Riap rata-rata volume tahunan *A. borneensis* lebih besar daripada riap rata-rata volume tahunan *A. dammara*. Hal ini terlihat dari riap rata-rata volume tahunan pada saat pohon sama-sama berumur 12 dan 50 tahun. Riap volume tahunan rata-rata *A. borneensis* dan *A. dammara* pada umur 12 tahun masing-masing sebesar 0,15 dan 0,1 m³/tahun. Akan tetapi, pada umur 50 tahun, riap volume *A. borneensis* juga jauh lebih tinggi (1,39 m³/tahun) dibandingkan dengan *A. dammara* yang hanya mencapai 0,3 m³/tahun. Hal ini mungkin dikarenakan *A. borneensis* memiliki rata-rata tinggi pohon yang lebih besar dibandingkan *A. dammara*, sehingga menghasilkan volume pohon yang lebih besar pula. Meskipun demikian,

(2017) yang menyatakan perlunya pemberian pupuk dan penjarangan selama periode *fast growing*. Menurut Uthbah et al. (2017), riap diameter *A. dammara* juga dipengaruhi oleh jumlah tegakan dan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam tegakan.

nilai ini jauh lebih kecil dibandingkan riap volume tahunan rata-rata sebesar 5,5 m³/tahun pada *A. borneensis* yang diprediksi oleh Steward & Beveridge (2010).

Kesuma et al. (2016) mengemukakan bahwa faktor iklim bulanan dan tahunan berpengaruh terhadap pertumbuhan riap pohon. Ogden & Ahmed (1989) melaporkan bahwa curah hujan yang dikehendaki oleh *Agathis* berada di kisaran 1.000-2.500 mm/tahun dengan suhu udara 3–25°C. Jika dilihat tingkat kecocokan iklimnya, kondisi iklim di KREK masih memenuhi kriteria yang dikemukakan oleh Ogden & Ahmed (1989) maupun Siregar & Supriyanto (2001). Dengan demikian, faktor penyebab perbedaan pertumbuhan *Agathis* di KREK bukan disebabkan oleh faktor lingkungan, melainkan faktor lainnya seperti pengelolaan koleksi yang dilakukan di KREK.



Gambar 4. Riap rata-rata volume tahunan *Agathis* di KREK: (a) *A. borneensis* dan (b) *A. dammara*

Pertumbuhan pohon yang dibudidayakan untuk tujuan produksi tentunya diharapkan lebih bagus dibandingkan dengan pohon yang tidak diperuntukkan untuk produksi. Selain disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan seperti suhu, curah hujan, tipe tanah, ketinggian dan umur pohon, perbedaan pertumbuhan juga bisa disebabkan oleh input produksi yang digunakan dan pemeliharannya. Sebagai contoh, *A. dammara* yang ditanam di area perkebunan Inhutani di Balikpapan menunjukkan produksi yang optimum pada umur 25 tahun dengan penambahan volume sebesar 15,67 m³/ha/tahun (Setiawan *et al.* 2019). Renden *et al.* (2006) juga melaporkan *A. dammara* umur 12 bulan yang dikombinasikan dengan tanaman *Theobroma cacao* menunjukkan pertumbuhan tinggi rata-rata 50,4 cm dan diameter 7,2 mm, lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan anakan *A. dammara* di alam yang hanya mencapai tinggi 40 cm dan diameter 6 mm. Steward & Beveridge (2010) memperkirakan *Agathis* yang sengaja dibudidayakan bisa tumbuh dua kali lebih cepat dibandingkan dengan *Agathis* yang tumbuh di alam. Pengelolaan *Agathis* yang baik saat masih muda dapat dilakukan melalui perlakuan silvikultur seperti penjarangan dan pemupukan diperlukan untuk mengoptimalkan pertumbuhan riap tinggi, diameter dan volume pohon. Susila (2020) mengemukakan penjarangan menyebabkan berkurangnya kompetisi antar individu dalam memanfaatkan cahaya matahari dan penyerapan unsur hara dari tanah, pertumbuhan pohon menjadi lebih cepat dibandingkan sebelumnya. Pengaturan jarak tanam yang tepat saat penanaman juga dapat menjadi solusi untuk mengurangi kemungkinan adanya kompetisi tempat tumbuh dan nutrisi ketika pohon semakin besar. Intensitas matahari diperlukan untuk pembesaran dan diferensiasi sel seperti pertumbuhan tinggi pohon, ukuran daun serta struktur daun dan batang (Sedjarawan *et al.* 2014). Jarak tanam yang terlalu rapat akan menyebabkan tanaman akan memperoleh sedikit cahaya matahari sehingga pertumbuhan menjadi lambat dan berakibat diameter pohon menjadi kecil.

KESIMPULAN

Keragaman jenis *Agathis* di dunia tercatat 17 jenis dengan empat jenis telah terkoleksi di Kebun Raya Eka Karya Bali, yaitu *A. australis* (D. Don) Lindl., *A. borneensis* Warb., *A. dammara* (Lamb.) Poir., dan *A. robusta* (C. Moore ex F. Muell.) F.M. Bailey. Riap tinggi dan diameter *A. borneensis* dan *A. dammara* terus bertambah pada usia muda (3–12 tahun), kemudian stagnan pada usia tua (50–64 tahun). Riap rata-rata volume tahunan *A. borneensis* lebih besar dibandingkan *A. dammara* pada pohon yang berumur 12 dan 50 tahun. Pada saat *Agathis* masih muda sebaiknya dilakukan penjarangan dan pemupukan untuk memperbesar riap diameter pohon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada para staf di Unit Registrasi dan teknisi di lapangan Kebun Raya Eka Karya Bali atas dukungan selama pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adalina Y, Sawitri R. 2020. Vegetation analysis, physico-chemical properties and economic potential of damar (*Agathis dammara*) in Mount Halimun Salak National Park, West Java, Indonesia. Biodiversitas 21(3): 1122–1129. DOI: 10.13057/biodiv/d210336.
- Ang LH, Ho WM, Tang LK, Kang HS, Lee DK. 2018. The survival and vegetative growths of a 60 month - old tropical rainforest tree species trial established under a *Hopea odorata* nurse stand at an ex-tin mine in Peninsular Malaysia. Journal of Environmental Science and Engineering B 7(4): 131–140. DOI:10.17265/2162-5263/2018.04.002.
- Antoh F, Fatem SM, Tasik S. 2015. Pemanfaatan damar oleh masyarakat di Kampung Bariat Distrik Konda Kabupaten Sorong Selatan. Jurnal Kehutanan

- Papuasias 1(1): 53–62. DOI: <https://doi.org/10.46703/jurnalpapuasias.Vol1.Iss1.29>.
- Brack CL. 2001. Forest Measurement and Modeling - Measuring trees, stands and forests for effective forest management. Computer-based course resources for Forest Measurement and Modeling (FSTY2009) at the Australian National University. <http://sres.anu.edu.au/associated/mensuration/home.htm> (diakses 20 Januari 2021).
- Budiharta S, Meijaard E, Erskine PD, Rondinini C, Pacifici M, Wilson KA. 2014. Restoring degraded tropical forests for carbon and biodiversity. *Environmental Research Letters* 9(11): 114020.
- Budiharta S, Meijaard E, Gaveau DLA, Struebig MJ, Wilting A, Kramer-Schadt S, Niedballa J, Raes N, Maron M, Wilson KA. 2018. Restoration to offset the impacts of developments at a landscape scale reveals opportunities, challenges and tough choices. *Global Environmental Change* 52: 152–161. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.07.008>
- Darma IDP. 2012. Kebun Raya 'Eka Karya' Bali, konservasi dan budaya dalam harmoni. *Buletin Udayana Mengabdikan* 8(1):1–8.
- de Laubenfels D. 1979. The species of *Agathis* (Araucariaceae) of Borneo. *Blumea* 25: 531–541
- Farjon, A. 2013. *Agathis borneensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T202905A2757743. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T202905A2757743.en> (diakses 15 Januari 2021).
- Farjon, A. 2013. *Agathis dammara*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T202906A2757847. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T202906A2757847.en> (diakses 15 Januari 2021).
- Hamilton R, Stevenson J, Li B, Bijaksana S. 2019. A 16,000-year record of climate, vegetation and fire from Wallacean lowland tropical forests. *Quaternary Science Reviews* 224: 105929. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.QUASCIREV.2019.105929>
- Hanafi N, Fahrani, Maimunah S. 2017. Sosialisasi pemanfaatan hasil hutan bukan kayu (HHBK) sebagai salah satu bentuk pengelolaan KDHTK Kota Palangkaraya. *PengabdianMu* 2(1): 31–36. DOI: <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v2i1.117>.
- <https://powo.science.kew.org>. 2022. *Agathis* Salisb. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:331119-2>
- IUCN Red List (*The International Union for Conservation of Nature's*). 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/> (diakses 15 Januari 2021).
- Karlinasari L, Adzkiya U, Fredisa Y, Rahman MM, Nugroho N, Siregar, IZ. 2021. Tree form morphometrics of *Agathis dammara* and *Acacia mangium* in the IPB's Dramaga Landscape Campus, Bogor. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 918: 012015.
- Kesuma RA, Kustanti A, Hilmanto R. 2016. Pertumbuhan riap diameter pohon bakau kurap (*Rhizophora mucronata*) di Lampung Mangrove Center. *Jurnal Sylva Lestari* 4(3): 97–106. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jsl3497-106>.
- Lim CL. 2007. Status of *Agathis falvescens* (araucariaceae) in Peninsular Malaysia. *Blumea* 52: 563–567. DOI: <https://doi.org/10.3767/000651907X608936>.
- Nurhasybi, Sudrajat D. 2001. Informasi singkat benih: *Agathis loranthifolia* R.A. Salisbury. Balai Teknologi Perbenihan (BTP), Bogor. (online). <http://www.dephut.go.id/INFORMASI/RRL/IFSP/Agathislorant-hifolia.pdf> (diakses 15 Januari 2021).
- Ogden J, Ahmed M. 1989. Climate response function analysis of kauri (*Agathis australis*) tree ring chronologies in northern New Zealand. *Journal of the Royal Society of New Zealand* 19(2): 205–221. DOI: <https://doi.org/10.1080/03036758.1989.10426449>
- Purnomo DW, Magandhi M, Kuswantoro F, Risna RA, Witono JR. 2015. Pengembangan koleksi tumbuhan kebun raya daerah dalam kerangka strategi konservasi tumbuhan di Indonesia. *Buletin Kebun Raya* 18(2): 111–124. DOI: [10.14203/bkr.v18i2.99](https://doi.org/10.14203/bkr.v18i2.99).
- Rahayu A. 2020. Analysis of *Cinnamomum* land suitability and the conservation efforts at Eka Karya Bali Botanic Garden. *Jurnal Agrikultura* 31(3): 214–221. DOI: <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v31i3.30546>.
- Renden R, Allo MK, Suhartati. 2006. Kombinasi permudaan alam *Agathis dammara* (Lambert). L.C. Rich dengan tanaman *Theobroma cacao* Linn. pada lahan kurang produktif di Malili, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 3(3): 215–223. DOI: <https://doi.org/10.20886/jphka.2006.3.3.215-223>.
- Rosleine D, Suzuki E, Sundawati A, Septiana W, Ekawati D. 2014. The effect of land use history on natural forest rehabilitation at corridor area of Gunung Halimun Salak National Park, West Java Indonesia. *Reinwardtia* 14(1): 85–99. DOI: [10.14203/reinwardtia.v14i1.399](https://doi.org/10.14203/reinwardtia.v14i1.399).
- Sedjarawan W, Akhbar A, Arianingsih I. 2014. Biomassa dan karbon pohon di atas permukaan tanah di tepi jalan Taman Nasional Lore Lindu (Studi Kasus Desa Sedoa Kecamatan Lore Utara Kabupaten Poso. *Warta Rimba* 2(1): 105–111.

- Siregar CA, Supriyanto. 2001. Site and species suitability study based on forest health monitoring activities conducted in South Kalimantan, Jambi, and East Java. Di dalam: Forest health monitoring to monitor the sustainability of Indonesian Rain Forest Volume III. ITTO, Yokohama dan Seameo Biotrop, Bogor.
- Setiawan B, Lahjie AM, Yusuf S, Ruslim Y. 2019. Assessing the feasibility of forest plantation of native species: A case study of *Agathis dammara* and *Eusideroxylon zwageri* in Balikpapan, East Kalimantan, Indonesia. Biodiversitas 20(9): 2453–2461.
DOI <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200904>
- Siburian RHS, Trirbo M, Angrianto R. 2020. Growing site characteristics of *Agathis labillardieri* Warb in the natural forests of Siwi Momiwaren, West Papua. Jurnal Sylva Lestari 8(3): 297–307.
- Soerianegara I, de Graaf NR, Fundter JM, Hildebrand JW. 1994. *Agathis* Salisb. In Timber Trees: Major Commercial Timbers. Soerianegara I, Lemmens RHMJ (eds). 1991. Plant Resources of South East Asia 5(1), Bogor.
- Steward GA, Beveridge AE. 2010. A review of New Zealand kauri (*Agathis australis* (D. Don) Lindl.): its ecology, history, growth and potential for management for timber. New Zealand Journal of Forestry Science 40: 33–59.
- Susila IWW. 2010. Riap tegakan Duabanga (*Duabanga moluccana* BL.) di Rarung. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 7(1): 47–58. DOI: <https://doi.org/10.20886/jphka.2010.7.1.47-58>
- Sutomo, Iryadi R, Sujarwo W. 2019. Bedugul dari Angkasa. LIPI Press, Jakarta.
- Syaid MN. 2010. Mengenal jenis hutan di Indonesia. Alpin: Semarang. (online). https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=bjL-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Mengenal+Jenis+Hutan+di+Indonesia&ots=8Jahduectu&sig=u-uYkOESiq2vCbefaTKqBjbFq0o&redir_esc=y#v=onepage&q=Mengenal%20Jenis%20Hutan%20di%20Indonesia&f=false. Diakses 15 Februari 2021.
- Undaharta NKE, Nugroho BTA, Siregar M. 2008. Riap tahunan rata-rata jenis *Dyosyllum parasiticum* (Osbeck) Kosterm. di Kebun Raya Eka Karya Bali. Biodiversitas 9(4): 280–283. DOI: <https://doi.org/10.13057/biodiv/d090408>.
- Usmadi D. 2019. Potential distribution of *Agathis borneensis* in Central Kalimantan Province. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 5(3): 455–458. DOI: <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050307>
- Uthbah Z, Sudiana E, Yani E. 2017. Analisis Biomasa biomasa Dan dan Cadangan cadangan Karbon karbon Pada pada Berbagai berbagai Umur umur Tegakan tegakan Damar (*Agathis dammara* (Lamb.) Rich.) Di KPH Banyumas Timur. Scripta Biologica 4(2): 119–124. DOI: [10.20884/1.sb.2017.4.2.404](https://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.2.404)
- van der Ent A, Repin R, Sugau J, Wong KM. 2015. Plant diversity and ecology of ultramafic outcrops in Sabah (Malaysia). Australian Journal of Botany 63(4): 204–215. DOI: [10.1071/BT14214](https://doi.org/10.1071/BT14214)
- Wei H, Deng X, Ouyang S, Chen L, Chu Y. 2017. Growth process and model simulation of three different classes of *Schima superba* in a natural subtropical forest in China. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 52(1): 012106.
- Whitmore TC, Page CN. 1980. Evolutionary implications of the distribution and ecology of the tropical genus *Agathis*. New Phytologist 84: 407–416. DOI: [10.1111/j.1469-8137.1980.tb04440.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1980.tb04440.x)
- Wijayanti SDW. 2008. Karakteristik Biometrik Pohon *Agathis loranthifolia* R.A. Salisbury di BKPH Gunung Slamet Barat KPH Banyumas Timur Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.