

ANALISIS KESEHATAN TAJUK POHON PADA FAMILI FABACEAE DI KEBUN RAYA BOGOR

Analysis on Crown Health Assessment of Fabaceae in Bogor Botanical Garden

**Erianto Indra Putra^{1*}, Lutfi Ranggawuni Nugraha¹, Hendra Helmanto²,
Arief Noor Rachmadiyanto², Usman³, Lufthi Rusniarsyah¹, dan Andi Sukendro¹**

(Diterima 2 Februari 2023 /Disetujui 10 April 2023)

ABSTRACT

Bogor Botanical Garden (KRB) is an ex-situ plant conservation area with many plant types that dominated by tree. One of the family of trees collected in KRB is the Fabaceae family. This research aims to estimate the level of crown health condition in Fabaceae family in KRB using forest health monitoring (FHM) method. A total of 44 trees were observed using crown condition parameters to gain the visual crown rating (VCR), crown size index (CSI), and crown damaged index (CDI). This research showed that Fabaceae family in KRB reveal the VCR score of 6, indicated the medium health crown condition of tree. Thus, this research shows that most of the Fabaceae family's tree at KRB are categorized in medium crown damaged rate.

Keywords: Crown damaged index, crown health condition, crown size index, forest health monitoring, visual crown rating

ABSTRAK

Kebun Raya Bogor (KRB) merupakan salah satu kawasan konservasi tumbuhan secara *ex-situ* dengan berbagai jenis koleksi tumbuhan yang didominasi oleh tumbuhan berhabitus pohon. Salah satu koleksi tumbuhan berhabitus pohon di KRB termasuk ke dalam famili Fabaceae. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kondisi kesehatan tajuk pohon pada famili Fabaceae di KRB menggunakan metode *Forest Health Monitoring* (FHM). Sebanyak 44 pohon diamati menggunakan parameter kondisi tajuk untuk mendapatkan nilai peringkat visual tajuk (VCR), indeks ukuran tajuk (CSI), dan indeks kerusakan tajuk (CDI). Hasil penelitian menunjukkan pohon pada famili Fabaceae di KRB memperoleh skor VCR 6 untuk kondisi tajuknya yang dikategorikan kedalam kondisi kesehatan tajuk sedang. Dengan demikian penelitian ini menunjukkan sebagian besar individu pohon pada famili Fabaceae di KRB termasuk kedalam kategori tingkat kerusakan tajuk sedang.

Kata kunci: *Forest health monitoring*, indeks kerusakan tajuk, indeks ukuran tajuk, kondisi kesehatan tajuk, peringkat visual tajuk

¹ Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan IPB University, Bogor, Indonesia

* Penulis korespondensi:

e-mail: eriantopu@apps.ipb.ac.id

² Pusat Riset Konservasi Tumbuhan Kebun Raya dan Kehutanan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Bogor, Indonesia

³ Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Bogor, Indonesia

PENDAHULUAN

Kebun Raya Bogor (KRB) merupakan kebun raya tertua di Indonesia sebagai salah satu bentuk kawasan konservasi tumbuhan secara *ex-situ*. Sejak diresmikan pada tanggal 18 Mei 1817, KRB menjadi tempat koleksi tanaman hidup tropis terlengkap di dunia yang dibangun dengan konsep tata ruang yang indah (Mamiri 2007). KRB dengan luas 87 hektar memiliki 12.141 spesimen tumbuhan yang mencakup 3.156 jenis dari 213 famili yang hidup yang di dalamnya. Tumbuhan tersebut dikoleksi dari berbagai penjuru lokasi di dunia yang ditanam pada petak-petak tanam dan dikelompokkan berdasarkan tingkatan famili maupun tema-tema spesifik (Hariri *et al.* 2021). Tumbuhan dengan habitus pohon merupakan penyusun utama vegetasi di KRB dengan lebih dari 1.400 koleksi yang berumur lebih dari 60 tahun (Rachmadiyah *et al.* 2021). Salah satu koleksi tumbuhan berhabitus pohon di KRB termasuk ke dalam famili Fabaceae.

Famili Fabaceae atau yang lebih dikenal dengan tumbuhan polong-polongan merupakan famili terbesar ketiga dalam taksonomi tumbuhan setelah Asteraceae dan Orchidaceae. Famili Fabaceae telah banyak dibudidayakan sejak lama karena berbagai manfaat dan nilai ekonomi yang tinggi, seperti sumber pangan, tanaman hias, obat, penghasil kayu, dan pewarna alami (Irsyam dan Priyanti 2016). Famili Fabaceae khususnya yang berhabitus pohon menjadi salah satu daya tarik bagi para peneliti maupun wisatawan yang datang. Kegiatan pemantauan dan perawatan secara berkala pada koleksi pohon famili Fabaceae di KRB menjadi hal yang penting untuk dilakukan. Hal tersebut dilakukan sebagai upaya untuk memastikan kondisi kesehatan pohon. Pemantauan koleksi juga bertujuan untuk mencegah kerusakan yang berujung pada kematian pohon, khususnya yang berpotensi membahayakan keselamatan pengunjung.

Forest Health Monitoring (FHM) menjadi salah satu metode pendekatan yang dapat digunakan untuk memantau dan memastikan kondisi kesehatan pohon pada famili Fabaceae di KRB. FHM memberikan informasi terkait kondisi hutan saat ini, perubahan, dan kecenderungan yang terjadi pada suatu kawasan hutan. Kondisi kesehatan hutan tersebut didasarkan kepada penilaian terhadap indikator-indikator terukur yang dapat menggambarkan situasi kondisi tegakan secara komprehensif (Putra 2004). Salah satu indikator penilaian dalam metode FHM adalah vitalitas melalui parameter kondisi tajuk pohon. Evaluasi terhadap kondisi tajuk pohon dapat mendeskripsikan kondisi kesehatan pohon. Penelitian terkait kondisi kesehatan hutan melalui parameter kondisi tajuk di KRB telah dilakukan oleh Sya'bani (2022) pada petak tanam IV KRB dengan berbagai famili, namun tidak ada satu pun pohon yang berasal dari famili Fabaceae yang diteliti. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan pemantauan kesehatan di petak tanam khusus famili Fabaceae di KRB yang memang belum pernah dilakukan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

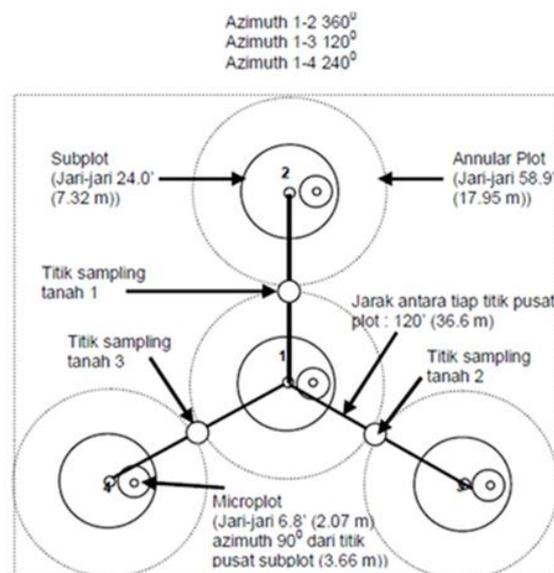
Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai bulan Maret 2022 di Kebun Raya Bogor (KRB), Jawa Barat yang berada di bawah naungan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Pengambilan data dilakukan pada vak I.A hingga I.K famili Fabaceae di dekat pintu utama KRB.

Pengumpulan Data atau Prosedur Penelitian (Opsional)

Pengambilan data dilakukan dengan membuat kluster plot FHM pada petak tanam atau vak famili Fabaceae. Kluster plot FHM terdiri dari 4 buah annular plot yang terdapat subplot di dalamnya (Gambar 1).

Pengambilan data dilakukan secara langsung melalui pengamatan di lapangan. Data indikator kondisi tajuk diperoleh dari pengukuran parameter kondisi tajuk menggunakan metode FHM, yakni diameter tajuk, nisbah tajuk hidup, kerapatan tajuk, transparansi tajuk, dan mati pucuk.

Diameter tajuk (*crown diameter/CD*) merupakan ukuran rata-rata dari pengukuran jarak terlebar tajuk (*crown diameter wide*) dan panjang tajuk (*crown diameter 90°*). Nisbah tajuk hidup (*live crown ratio/LCR*) merupakan rasio panjang batang pohon yang tertutupi tajuk terhadap tinggi total pohon. Kerapatan tajuk (*crown density/Cden*) merupakan persentase cahaya matahari yang tertahan oleh tajuk sehingga tidak mencapai permukaan tanah. Transparansi tajuk (*foliage transparency/FTr*) merupakan persentase cahaya matahari yang masuk melalui tajuk dan menyentuh permukaan tanah. Mati pucuk (*Dieback/CDb*) didefinisikan sebagai kematian ranting dan cabang yang dilihat dari bagian ujung hingga ke pangkal cabang (Kasno *et al.* 2001).



Gambar 1 Desain kluster plot FHM (Mangold 1997)

Pengolahan dan Analisis Data

Hasil pengukuran parameter kondisi tajuk (CD, Cden, LCR, FTr, dan CDb) akan menghasilkan nilai peringkat visual tajuk (Visual Crown Rating/VCR). Nilai VCR diperhitungkan pada tingkat individu pohon, plot, dan klaster-plot. Nilai VCR individu pohon didapat dari hasil pengukuran parameter kondisi tajuk yang dinilai berdasarkan kriteria kondisi tajuk (Anderson *et al.* 1992 dalam Putra 2004). Nilai tersebut kemudian diklasifikasikan dan dirata-ratakan untuk menghasilkan nilai VCR tingkat plot. Nilai VCR plot dirata-ratakan kembali untuk mendapatkan nilai VCR klaster-plot. Kemudian dilakukan penilaian terhadap nilai VCR klaster-plot berdasarkan skor VCR setiap klaster-plot untuk mendapatkan nilai kondisi kesehatan tajuk pohon pada area tersebut (Supriyanto dan Iskandar 2018).

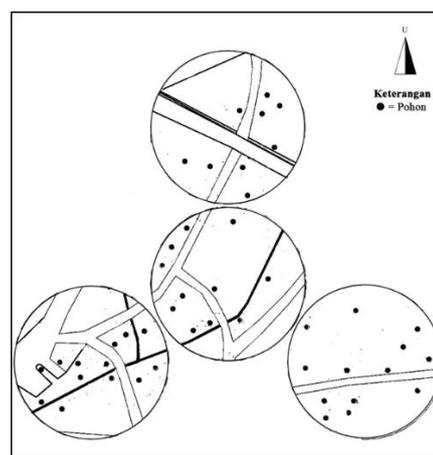
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Hariri *et al.* (2021) menunjukkan koleksi famili Fabaceae di KRB terdiri dari 99 genus yang terbagi ke dalam 299 spesies dan 547 spesimen yang ditanam pada vak I.A hingga I.K. Berdasarkan klaster plot FHM yang dibuat di dalam penelitian mencakup vak I.B, I.C, I.D, I.E, dan I.F dengan 44 individu pohon didalamnya. Individu pohon tersebar merata di dalam masing-masing plot dengan persentase 11 pohon pada plot 1, 7 pohon pada plot 2, 13 pohon pada plot 3, dan 13 pohon pada plot 4 (Gambar 2).

Diameter tajuk yang ditemukan dari 15 individu pohon memiliki nilai diameter tajuk yang tergolong baik (A) dan 29 pohon lainnya tergolong sedang (B). Menurut Putri *et al.* (2018) pohon bertajuk besar memiliki kemampuan yang lebih baik untuk mendapatkan cahaya matahari dibandingkan dengan pohon bertajuk kecil. Hal tersebut dapat mendorong laju fotosintesis yang akan berdampak pada meningkatnya substrat yang dihasilkan untuk pertumbuhan pohon. Diameter tajuk terpanjang sebesar 28,15 m diperoleh pada spesies *Sindora brugmanii* dengan diameter setinggi dada sebesar 1,3 m

yang termasuk besar dibandingkan dengan pohon lain di dalam klaster plot. Diameter tajuk terpendek sebesar 3,1 m diperoleh pada spesies *Bauhinia monandra* yang dengan diameter setinggi dada sebesar 19 cm. Hal tersebut sejalan penelitian Kasno *et al.* (2001), dimana ukuran tajuk terutama diameter tajuk berkorelasi positif dengan kapasitas pohon tertentu untuk meningkatkan pertumbuhan cincin tahunan atau *basal area*.

Hasil pengukuran nisbah tajuk hidup menunjukkan terdapat 27 individu dalam kondisi baik, 13 dalam kondisi sedang, dan 4 individu dalam kondisi buruk. dengan persentase tertinggi pada spesies *Endertia spectabilis* dengan nilai 85. Nilai nisbah tajuk hidup terendah terdapat pada spesies *Peltogyne paniculata* dan *Tamarindus indica* sebesar 10. Nisbah tajuk hidup menunjukkan jumlah daun aktif yang digunakan untuk proses fotosintesis. Nilai nisbah tajuk hidup yang tinggi menunjukkan pohon yang lebih sehat dan memiliki potensi yang lebih besar dalam proses pertumbuhan maupun ketahanan pohon (Shcomaker *et al.* 2007). Nisbah tajuk hidup dapat digunakan pula sebagai indikator kerapatan tegakan. Menurut Cline dan William (1995), peningkatan kerapatan tegakan akan menurunkan nisbah tajuk hidup, sementara pembukaan tegakan akan



Gambar 2 Persebaran pohon pada setiap plot FHM famili Fabaceae KRB

Tabel 1 Kriteria kondisi tajuk (dikembangkan dari Anderson *et al.* 1992 dalam Putra 2004)

Parameter	Klasifikasi		
	Baik (A) Nilai = 3	Sedang (B) Nilai = 2	Buruk (C) Nilai = 1
Nisbah tajuk hidup (LCR)	≥40%	20-35%	5-15%
Kerapatan tajuk (Cden)	≥55%	25-50%	5-20%
Transparansi tajuk (FTr)	0-45%	50-70%	≥75%
Mati pucuk (CDb)	0-5%	10-25%	≥30%
Diameter tajuk	≥10,1 m	2,5-10m	≤2,4 m

Tabel 2 Nilai VCR individu pohon (dikembangkan dari Anderson *et al.* 1992 dalam Putra 2004)

Nilai VCR	Klasifikasi
4	Seluruh parameter kondisi tajuk bernilai 3, atau hanya 1 parameter yang memiliki nilai 2, tidak ada parameter yang bernilai 1
3	Lebih banyak kombinasi antara 3 dan 2 pada parametertajuk, atau semua bernilai 2, tetapi tidak ada parameter yang bernilai 1
2	Setidaknya 1 parameter bernilai 1, tetapi tidak semuaparameter
1	Semua parameter kondisi tajuk bernilai 1

meningkatkan pertumbuhan sehingga meningkatkan nisbah tajuk hidup. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Zhao *et al.* (2012), bahwa nisbah tajuk hidup secara tidak langsung menjadi indikator kapasitas fotosintesis dan kerapatan tegakan.

Kerapatan tajuk dengan kategori baik terdapat pada 21 individu, kategori sedang berjumlah 22 individu, dan 1 individu dengan kategori buruk. Spesies *Bauhinia monandra* memiliki nilai paling rendah sebesar 15 dan nilai tertinggi terdapat pada spesies *Adinobotrys atropurpureus* dengan nilai 85. Kerapatan tajuk yang lebih tinggi menunjukkan pertumbuhan yang lebih cepat, sedangkan ukuran kerapatan tajuk yang lebih rendah menunjukkan pertumbuhan yang lebih lambat. Menurut Asriyanti *et al.* (2015), kerapatan yang tinggi dari suatu pohon dapat diartikan bahwa pohon memiliki tutupan tajuk dengan dedaunan yang rimbun sehingga kebutuhan untuk fotosintesis dalam mendukung pertumbuhan pohon dapat terpenuhi. Menurut Morin *et al.* (2015), tajuk yang rapat merupakan indikasi tanaman yang sehat, sebaliknya tajuk yang jarang berasosiasi dengan kondisi tanaman yang sedang mengalami stres. Namun demikian, suatu tanaman tidak secara langsung dianggap sehat hanya karena memiliki tajuk yang rapat.

Nilai transparansi tajuk individu pohon didominasi oleh kategori sedang pada 25 individu, kategori baik pada 10 individu, dan kategori buruk pada 9 individu. Nilai transparansi tajuk tertinggi terdapat pada spesies *Delonix regia* dan *Gliricidia sepium* dengan nilai 85. Spesies *Adinobotrys atropurpureus* memiliki nilai paling rendah dengan nilai 25. Semakin tinggi nilai transparansi tajuk suatu pohon menandakan sedikit pula cahaya matahari yang dapat ditangkap oleh tajuk. Nilai transparansi yang tinggi menandakan keadaan tajuk yang mulai menipis yang diakibatkan oleh penyakit, serangga, atau faktor lingkungan yang mempengaruhi (Asriyanti *et al.* 2015). Perubahan transparansi tajuk terjadi sebagai akibat dari kerusakan saat ini, yang sering disebut sebagai defoliasi atau berkurangnya dedaunan akibat tekanan dari tahun-tahun sebelumnya (Zarnoch *et al.* 2004).

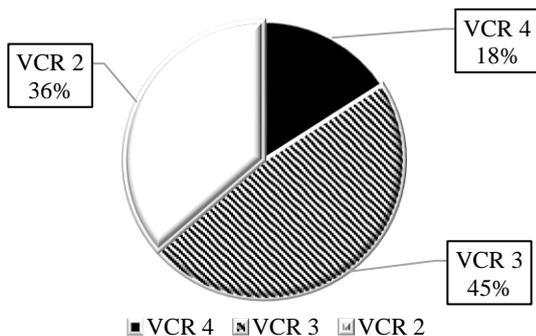
Hasil pengukuran nilai mati pucuk menunjukkan 3 individu pohon dalam kategori baik, 31 individu dalam kategori sedang, dan 10 individu dalam kategori buruk. Nilai mati pucuk dalam kategori baik hanya terdapat pada spesies *Dendrolobium umbellatum*, *Phyllocarpus septentrionalis*, dan *Sindora bruggemanii*. Pengukuran

terhadap nilai mati pucuk dapat menggambarkan respon tumbuhan terhadap kerusakan yang terjadi. Menurut Kasno *et al.* (2001), kerusakan pada akar, batang, ranting, serta hujan asam dapat menyebabkan masalah translokasi air maupun hara yang menimbulkan gejala serupa pada mati pucuk. Mati pucuk dapat menunjukkan awal terjadinya defoliasi dan hilangnya ketahanan pohon dalam merespon kerusakan. Morin *et al.* (2015) menyebutkan, kemampuan hidup atau ketahanan tanaman menurun seiring dengan meningkatnya nilai variabel mati pucuk. Semakin tinggi nilai mati pucuk, memperlihatkan kondisi tajuk yang semakin tidak sehat, karena kematian ranting sewajarnya adalah terjadi dari bagian pangkal atau bagian yg umurnya lebih tua.

Penilaian yang dilakukan terhadap kelima parameter kondisi tajuk menghasilkan nilai VCR tingkat individu pohon. Nilai VCR individu pohon terbagi menjadi 4 kategori kelas. Nilai VCR 4 untuk kategori tinggi, nilai VCR 3 untuk kategori sedang, nilai VCR 2 untuk kategori rendah, dan VCR 1 untuk kategori sangat rendah. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis di dalam klaster plot FHM famili Fabaceae di KRB, pohon pada famili Fabaceae didominasi oleh 45% (20 individu) dengan nilai VCR 3, 18% (8 individu) dengan nilai VCR 4, 36% (16 individu) dengan nilai VCR 2, dan tidak ada individu dalam kategori nilai VCR 1. Hasil penilaian VCR tingkat individu pohon dapat dilihat pada Gambar 3.

Individu pohon akan tersusun menjadi populasi tegakan sehingga kesehatan individu pohon akan menentukan kesehatan populasi tegakan (Miardini 2006). Nilai VCR individu pohon dipengaruhi oleh kelima parameter kondisi tajuk yang saling berkaitan. Diameter tajuk dan nisbah tajuk hidup dapat menggambarkan ukuran tajuk. Ukuran yang lebih besar dan nilai yang lebih tinggi dari kedua parameter tersebut menunjukkan potensial yang lebih tinggi dalam mendukung proses pertumbuhan dan kesehatan pohon (Kasno *et al.* 2001). Menurut penelitian Supriyanto dan Kasno (2001), nilai peningkatan diameter tajuk diikuti nilai kerapatan tajuk. Semakin lebar tajuk, semakin tinggi nilai kerapatan tajuk. Kerapatan tajuk dan transparansi tajuk merupakan parameter yang saling melengkapi, karena menunjukkan proporsi cahaya yang menembus ataupun tidak menembus lantai hutan melalui ruang antar dedaunan sebuah pohon. Kedua parameter tersebut dapat menjadi pertanda respon pohon terhadap *stressor*. Nilai mati pucuk menandakan awal terjadinya defoliasi dan menurunnya kemampuan hidup tanaman (Nuhamara 2001).

Nilai VCR Individu pohon dirata-ratakan menjadi nilai VCR tingkat plot. Hasil penilaian yang dilakukan menghasilkan klaster plot FHM famili Fabaceae di KRB



Gambar 3 Representatif nilai VCR individu yang didominasi 45% (20 individu) pohon dalam kondisi kesehatan tajuk sedang

Tabel 3 Hasil penilaian VCR pada klaster plot FHM famili Fabaceae KRB

Plot	VCR	VCR Klaster-Plot	Skor VCR
1	2,91		
2	3,14		
3	3,00	2,86	6
4	2,38		

memiliki skor VCR 6 yang termasuk dalam kategori kesehatan tajuk sedang. Hal tersebut disebabkan karena individu penyusunnya didominasi oleh nilai VCR individu dalam kategori sedang. Tercatat hanya 18% (8 individu) dari keseluruhan individu yang memiliki nilai VCR individu dalam kategori tinggi (VCR 4) sehingga dapat menunjukkan proses fotosintesis berjalan lebih optimal. Plot 4 memiliki nilai VCR tingkat plot terkecil dengan persentase 9 spesies dalam kategori VCR individu rendah. Hasil penilaian dan skor VCR ditunjukkan pada Tabel 3.

Menurut Siregar (2014), pohon yang sehat adalah pohon yang masih dapat menjalankan fungsi fisiologisnya dengan baik dan dikatakan tidak sehat jika pohon secara struktural mengalami kerusakan baik secara keseluruhan ataupun sebagian sehingga fungsi fisiologisnya terganggu. Nilai VCR yang tinggi menggambarkan kondisi tajuk yang baik, sehingga proses fotosintesis berjalan lebih optimal, guna menjalankan fungsi fisiologis pohon dalam proses pertumbuhannya. Semakin tinggi nilai VCR suatu pohon, mengindikasikan semakin sehat pohon tersebut. Nilai VCR yang rendah menggambarkan kondisi tajuk yang buruk sehingga dapat mengganggu fungsi fisiologis pohon dalam menjalankan aktivitas fotosintesis yang akan berdampak pada terhambatnya laju pertumbuhan pohon (Supriyanto dan Iskandar 2018). Nilai VCR yang rendah ditandai dengan pohon yang memiliki tajuk kecil dan jarang. Hal tersebut merupakan respons tumbuhan terhadap kondisi yang tidak mendukung pertumbuhan seperti kompetisi dengan tumbuhan lain, kelembapan kurang atau berlebih, serta pengaruh lain seperti penyakit pada dedaunan dan defoliasi akibat serangga ataupun angin (Putri *et al.* 2016).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kondisi kesehatan tajuk pohon pada tiap individu di dalam klaster plot FHM famili Fabaceae KRB didominasi oleh kondisi tajuk sedang (VCR 3) dan memiliki nilai klaster-plot sebesar 2,86 sehingga mendapatkan skor VCR 6 atau berada dalam kategori kesehatan tajuk sedang. Hal ini menunjukkan bahwa klaster plot famili Fabaceae yang diteliti didominasi oleh individu pohon dengan kondisi kerusakan tajuk sedang.

Saran

Metode dalam penelitian ini sangat disarankan untuk dijadikan standar pemantauan kesehatan pohon, baik di dalam kawasan Kebun Raya Bogor pada keseluruhan famili maupun kawasan hutan lain di luar Kebun Raya Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

Anderson RL, Belanger RP. 1987. A crown rating method for assessing tree vigor of loblolly pine and shortleaf pines. In: Phillips DR. *Proceedings of the fourth biennial southern sivilcultural*

research conference Gen tech. Rep SE-42. Asheville, NC: US Department of Agriculture Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station: 538-543.

Cline SP, Williams L. 1995. *Environmental monitoring and assessment program: forest health monitoring: quality assurance project plan for detection monitoring.* EPA 620/R-95/002. Washington DC (US): Environmental Protection Agency.

Hariri MR, Peniwidiyanti P, Irsyam ASD, Astuti RS. 2021. Keanekaragaman, status konservasi, dan potensi suku Fabaceae koleksi Kebun Raya Bogor. *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science.* 1(2): 1-10.

Kasno, Supriyanto, Nuhamara ST, Putra EI, Dharmawan IWS. 2001. *Assessment on Crown Indicators of Forest Health Monitoring. Technical Report No 28. in Forest Health Monitoring to Monitor the Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest Volume III.* Bogor: SEAMEO-BIOTROP.

Mamiri SA. 2008. Persepsi dan Preferensi Pengunjung terhadap Fungsi dan Lokasi Obyek-Obyek Rekreasi di Kebun Raya Bogor. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Mangold R. 1997. *Forest Health Monitoring: Field Methods Guide.* Las Vegas (US): USDA Forest Service.

Miardini A. 2006. Analisis Kesehatan Pohon di Kebun Raya Bogor [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Morin RS, Randolph KC, Steinman J. 2015. Mortality rates associated with crown health for eastern forest tree species. *Environmental Monitoring Asses.* 87: 187.

Nuhamara ST, Kasno. 2001. *Persent Status of Crown Indicators. Techniacl Report No. 6 in Forest Health Monitoring to Monitor the Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest Volume 1.* Bogor: SEAMEO-BIOTROP.

Putra EI. 2004. Pengembangan Metode Penilaian Kesehatan Hutan Alam Produksi. [Tesis]. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Putri KP, Pramono AA, dan Syamsuwida D. 2018. Produksi buah dan benih mahoni *Swietenia macrophylla* King berdasarkan diameter tajuk dan kondisi stomata daun. *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan.* 6(2) : 133-144.

Putri KP, Supriyanto S, Syaufina L. 2016. Penilaian kesehatan sumber benih *Shorea* sp. di KHDTK Haurbentes dengan metoda *forest health monitoring.* *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman.* 13(1) : 37-48.

Rachmadiyah AN, Hariri MR, Primanda E, Suhatman A, Kuswara U. 2021. Penilaian Kesehatan 12 Pohon Ikonis dan Bernilai Sejarah di Kebun Raya Bogor. *Buletin Kebun Raya.* 24(3): 104–116.

Schomaker ME, Zarnoch SJ, Bechtold WA, Latelle DJ, Burkman WG, Cox SM. 2007. *Crown-Condition Classification: A Guide to Data Collection and Analysis.* Durham (US): USDA Forest Service.

Siregar NT. 2014. Evaluasi Kesehatan Pohon Peneduh Di Kota Bandar Lampung Berbasis Sonic

- Tomography.[Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Sya'bani H. 2022. Analisis kehatan tajuk pohon di Kebun Raya Bogor (KRB) [Skripsi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Supriyanto, Iskandar T. 2018. Penilaian kesehatan kebun benih semiai Pinus *merkusii* dengan metode FHM (*Forest Health Monitoring*) di KPH Sumedang. *Jurnal Silviculture Tropika*. 9(2):99-108.
- Supriyanto, Kasno. 2001. *Assessment of the canopy density indicator using the spherical densiometer in forest health monitoring. Technical Report No. 1. in: Forest Health Monitoring to Monitor the Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest Volume II*. Bogor: SEAMEO-BIOTROP.
- Supriyanto, Stolte KW, Soekotjo, Gintings AN. 2001. *Plot Establishment. FHM Technical Report No. 1.in: Forest Health Monitoring to Monitor the Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest Volume I*. Bogor: SEAMEO-BIOTROP.
- Stone C, Wardlaw T, Floyd R, Carnegie A, Wylie R, de Little D. 2003. Harmonisation of methods for the assessment and reporting of forest in Australia. *Australian Forestry*. 66(4): 233-246.
- Zarnoch, S.J., Bechtold, W.A., Stolte, K.W. 2004. Using crown condition variables as indicators of forest health. *Canadian Journal of Forest Research*. 34(5): 1057-1070.
- Zhao D, Kane M, Bordes BE. 2012. Crown ratio and relative spacing relationship for Loblolly. *Open Journal of Forestry*. 2(3): 110-115.