

Identifikasi kondisi kesehatan pohon peneduh di kawasan *Ecopark*, *Cibinong Science Center-Botanic Gardens*

Identification of shade plants health condition in *Ecopark*, *Cibinong Science Center-Botanic Gardens*

IKHSAN NOVIADY^{1,*}, REZA RAMDAN RIVAI²

¹UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), PO Box 19, Sindanglaya, Cianjur 43253, Jawa Barat, Indonesia. Tel.: +62-263-512233, 520448; Fax.: +62-263-512233. *email: ikhsan.noviady@gmail.com.

²Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jl. Ir. H. Juanda No. 13, P.O. Box 309, Bogor 16003, Jawa Barat, Indonesia.

Manuskrip diterima: 30 Mei 2015. Revisi disetujui: 1 Juli 2015.

Abstrak. *Noviady I, Rivai RR. 2015. Identifikasi kondisi kesehatan pohon peneduh di kawasan Ecopark, Cibinong Science Center-Botanic Gardens. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1385-1391. Ecology Park (Ecopark) yang berada di kawasan Cibinong Science Center-Botanic Gardens (CSC-BG) memiliki luas hingga 32 hektar. Area ini telah dibuka untuk umum sejak tahun 2004. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi kesehatan pohon peneduh di kawasan Ecopark. Penentuan pohon yang menjadi subyek penelitian adalah dengan menggunakan metode purposive sampling berdasarkan frekuensi pohon yang sering dijadikan tempat berteduh oleh pengunjung. Analisis kerusakan pohon dilakukan dengan metode Forest Health Monitory (FHM). Selain itu, dilakukan survey pengunjung terhadap 36 responden terkait aspek keamanan dan kenyamanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teridentifikasi pohon yang sehat sebanyak 68%, kerusakan ringan sebanyak 29% dan kerusakan sedang sebanyak 3%. Lokasi kerusakan yang banyak terlihat adalah pada cabang sebanyak 29% kasus dan pada batang bagian bawah dengan jumlah sebanyak 27% kasus. Tipe kerusakan yang paling banyak terlihat adalah luka terbuka yaitu sebanyak 19% dari total kasus. Hasil survey responden menyatakan 94,44% responden merasa perlu adanya pengecekan rutin terhadap pohon peneduh, meskipun sebanyak 83,33% responden menyatakan masih merasa aman karena umur pohon yang relatif masih muda dengan kisaran 10 tahun. Sebanyak 88,89% responden menginginkan adanya tanda peringatan terkait kondisi pohon peneduh yang memiliki resiko tidak aman. Penelitian ini juga mengungkapkan pentingnya edukasi terhadap kesadaran masyarakat dalam menjaga lingkungan.*

Kata kunci: Cibinong Science Center-Botanic Gardens, Ecopark, Forest Health Monitory, kesehatan pohon, konservasi tumbuhan

Abstract. *Noviady I, Rivai RR. 2015. Identification of shade plants health condition in Ecopark, Cibinong Science Center-Botanic Gardens. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1385-1391. Ecology Park (Ecopark) are located in Cibinong Science Center-Botanic Gardens (CSC-BG) that covers 32 acres. It place have opened and available for the public since 2004. The objective of this research was to identify health condition of some shade plants in Ecopark. Plant damage analysis was performed by modified Forest Health Monitory method (FHM). Survey to visitors related to the safety and comfort was also carried out to 36 respondents. Observation results showed that from 52 plants, there were 68% that fell to health category, while 29% and 3% fell into minor damage and medium damage categories, respectively. The majority of the damage was an open wound that reached up to 19%. The damage location was found mostly in plants' branches (29%) and bottom part of plants' bark (27%). The survey results revealed that 94,44% respondents think it was necessary for routine inspection of plants. Furthermore, even though most of the visitors (83,33%) felt secure in location due to the relatively young age of plants, they recommended the necessity of warning sign for risky plants. This study also recommended the important of environmental education to raise public awareness.*

Kata kunci: Cibinong Science Center-Botanic Gardens, Ecopark, Forest Health Monitory, plant health, plant conservation

PENDAHULUAN

Area *Ecology Park (Ecopark)* terletak di kawasan *Cibinong Science Center-Botanic Gardens (CSC-BG)* dengan luas 32 hektar. *Ecopark* merupakan anak dari kawasan Kebun Raya Bogor (KRB), karena seluruh pengelolannya masih berada di bawah manajemen KRB. Koleksi tumbuhan didesain untuk memperlihatkan flora dari dataran rendah bioregion pulau Indonesia. *Ecopark* dibangun untuk melengkapi fasilitas ilmiah kawasan CSC-

BG yang tidak hanya bermanfaat untuk dunia penelitian saja tetapi juga membangun masyarakat yang berwawasan lingkungan dan pembangunan yang berkelanjutan. Tumbuhan yang ada di *Ecopark* merupakan vegetasi sesuai dengan keragaman tipe ekosistem Indonesia yang cocok dengan kondisi lingkungan CSC-BG. Koleksi tumbuhan di *Ecopark* terdiri atas 105 suku, 346 marga, 901 jenis, dan 7.577 spesimen. Tumbuhan koleksi ditata sedemikian rupa berdasarkan ekoregion yaitu Sumatera, Jawa-Bali, Nusa

Tenggara, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Papua (Handayani et al. 2009).

Tumbuhan dikatakan sehat apabila tumbuhan tersebut dapat melaksanakan fungsi-fungsi fisiologisnya. Tumbuhan yang sehat mempunyai ketahanan ekologi yang tinggi terhadap gangguan hama serta faktor luar lainnya (Yunasfi 2002). Adanya polusi udara, aktivitas manusia, faktor biologi serta usia pohon-pohon di *Ecopark* yang makin meningkat dapat mengakibatkan penurunan kesehatan pohon. Penurunan kesehatan pohon dapat dilihat dari tingkat kerusakannya. Kerusakan yang terjadi dapat disebabkan oleh adanya penyakit, serangan hama, gulma, api, cuaca, satwa ataupun akibat kegiatan manusia. Menurut Soeratmo (1974), unsur lain yang berpengaruh terhadap kerusakan pohon yaitu kerusakan mekanis. Kerusakan mekanis biasanya berbentuk suatu luka terbuka pada kulit kayu hingga kerusakan mekanis yang menyebabkan kematian pohon.

Kawasan *Ecopark* merupakan salah satu ruang terbuka hijau yang sering dikunjungi masyarakat sekitar CSC-BG dengan tujuan olahraga, penelitian maupun wisata. Hal ini berdampak pada kondisi kesehatan pohon, karena tidak sedikit pengunjung yang membuang sampah plastik dibawah pohon dan membuat coretan di batang pohon. Kerusakan juga dapat diakibatkan oleh penyakit, gulma dan serangan hama yang menyebabkan batang berongga ditambah adanya hujan lebat dan angin besar dapat menyebabkan pohon berpotensi tumbang. Kerusakan pohon dapat dideteksi sejak awal dengan mengetahui tingkat kerusakan yang dinilai dari aspek tipe, lokasi dan tingkat keparahan kerusakan.

Berdasarkan beberapa analisa tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi jumlah dan sebaran tingkat kesehatan pohon peneduh di sekitar *Ecopark*. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk deteksi awal tindakan perawatan bagi pohon-pohon yang sakit sehingga dapat meminimalisir kerusakan pohon yang bisa membahayakan pengunjung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di area *Ecopark*, kawasan *Cibinong Science Center-Botanic Gardens* (CSC-BG), Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat pada bulan Februari 2015. Objek penelitian yang digunakan adalah 52 pohon peneduh di sekitar area *Ecopark*.

Data primer dilakukan dengan mengambil sampel pohon secara *purposive sampling* di seluruh pohon yang terdapat di *Ecopark* kemudian diamati kondisi kesehatan pohonnya. Pengamatan pohon dilakukan pada seluruh sisi pohon dimulai dari akar sampai dengan daun. Parameter yang dicatat dalam pengamatan ini adalah jenis pohon, kondisi kerusakan pohon dan koordinat pohon yang diamati. Pada pengamatan kerusakan pohon dibatasi hanya tiga parameter yang dibahas yaitu lokasi, tipe dan kelas keparahan kerusakan. Koordinat pohon diukur dengan bantuan GPS (*Global Positioning System*).

Pengukuran kerusakan pohon dilakukan berdasarkan metode *Forest Health Monitory* (FHM) (Mangold 1997).

Tanda dan gejala kerusakan dicatat berdasarkan definisi kerusakan yang dapat mematikan pohon atau mempengaruhi kemampuan hidup jangka panjang pohon tersebut. Apabila terjadi kerusakan berganda ditempat yang sama, hanya kerusakan yang paling parah yang dicatat. Maksimal tiga kerusakan terparah untuk setiap pohonnya. Pengkodean dan deskripsi penilaian kerusakan pohon dapat dilihat pada Tabel 1. Kode ditransformasi kedalam bobot nilai indeks yang disesuaikan berdasarkan Tabel 2. Pengolahan data menggunakan formulasi nilai indeks kerusakan pohon (NIK), yang selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan Tabel 3.

$$NIK = \sum_{i=1}^n (xi \cdot yi \cdot zi)$$

Keterangan:

NIK : Nilai Indeks Kerusakan pohon

xi : Nilai bobot pada tipe kerusakan

yi : Nilai bobot pada bagian pohon yang mengalami kerusakan

zi : Nilai bobot pada keparahan kerusakan

Data sekunder dilakukan melalui wawancara terhadap pengunjung *Ecopark*. Wawancara pengunjung dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kesadaran masyarakat tentang seberapa penting dilakukannya pengecekan kondisi kesehatan pohon. Pengambilan sampel wawancara pengunjung dilakukan secara *simple random sampling*. Responden mengisi lembar kuesioner yang disediakan oleh pewawancara. Lembar kuesioner berisi pertanyaan dengan tipe *Close-Ended Questions*. Hal ini dilakukan agar interpretasi mengenai hasil survey dapat dianalisa dengan tepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data hasil pengamatan, terdapat 52 pohon yang diidentifikasi tingkat kerusakannya. Lokasi pengambilan data terletak pada 106°51'06.82"BT-106°51'17.52"BT dan 6°29'30.72"LS-6°29'30.70"LS. Lokasi sampel pohon didasarkan pada pemilihan pohon peneduh yang sering dikunjungi. Lokasi pengamatan tersebar di bagian utara, barat dan timur kawasan *Ecopark*. Gambar 1 menunjukkan sebaran hasil pengamatan terhadap 52 pohon yang diidentifikasi tingkat kerusakannya. Pohon di kawasan *Ecopark* memiliki tiga tingkat kesehatan yakni sehat, kerusakan ringan dan kerusakan sedang. Mayoritas pohon di kawasan *Ecopark* memiliki tingkat kesehatan yang baik, namun terdapat dua sampel yang memiliki tingkat kerusakan sedang di timur lokasi pengamatan.

Terdapat 16 suku dari 52 sampel yang diamati, sebanyak 31% dari sampel merupakan suku Myrtaceae, 12% merupakan suku Meliaceae, dan 8% merupakan suku Ebenaceae. Diagram sebaran sampel berdasarkan suku dapat dilihat pada Gambar 2

Kerusakan pohon berdasarkan tipe kerusakan

Gambar 3 menunjukkan tipe kerusakan yang paling banyak terlihat yaitu luka terbuka dengan persentase sebesar 19% dari total kasus. Luka terbuka terjadi di bagian

bawah batang, berdasarkan pengamatan di lapangan, luka terbuka tersebut diakibatkan pelukaan secara sengaja oleh manusia, baik itu berupa vandalisme (Gambar 4A) atau tebasan golok (Gambar 4B). Sebanyak 17% kasus kerusakan merupakan cabang patah atau mati (Gambar 3). Cabang patah atau mati tersebut sebagian besar diakibatkan oleh angin. (Gambar 4C). Kasus kerusakan yang terlihat selanjutnya adalah busuk hati tubuh buah (badan buah) atau indikator pelapukan lainnya sebanyak 15% (Gambar 3). Hal tersebut diakibatkan oleh cendawan (Gambar 4D).

Kerusakan pohon berdasarkan lokasi kerusakan

Gambar 5 menunjukkan lokasi kerusakan yang banyak terlihat adalah pada cabang sebanyak 29% dari total kasus yang ada, pada batang bagian bawah dengan jumlah sebanyak 27%, dan pada daun dengan 11% kasus. Pada cabang, kerusakan yang banyak terlihat adalah cabang patah atau mati sebanyak 17% dari tipe kerusakan (Gambar 3). Lokasi kerusakan pada batang bawah merupakan lokasi yang paling mudah diamati dan kerusakan yang sering terlihat adalah luka luar, kanker atau gul, dan adanya benalu (Gambar 6A). Kerusakan pada daun yang terlihat adalah daun berubah warna (klorosis) yang diakibatkan oleh kekurangan hara atau terkena penyakit (Abadia et al. 2011). Selain itu terdapat daun, tunas atau kuncup rusak, hal ini diakibatkan oleh gigitan serangga atau terserang hama (Gambar 6B).

Tingkat kerusakan pohon

Tingkat kerusakan pada pohon yang diamati di Ecopark, terdapat 3 tingkat dari total 4 tingkat kerusakan menurut Mangold (1997), yaitu sehat sebanyak 68%, kerusakan ringan sebanyak 29% dan kerusakan sedang sebanyak 3% (Gambar 7). Tidak terdapat kerusakan berat pada pohon yang diamati. Tingkat kerusakan pohon yang terlihat ini mungkin dikarenakan umur pohon yang rata-rata belum sampai 10 tahun. Hasil ini bisa digunakan untuk tindakan preventif agar tingkat kerusakan tidak meningkat. Berbeda dengan hasil yang diamati oleh Miardini (2006) yang melakukan identifikasi kerusakan pohon di Kebun Raya Bogor, terdapat 4.26% pohon yang berstatus kerusakan berat. Hal ini diakibatkan oleh adanya pohon

yang berumur ratusan tahun. Pohon yang memiliki tingkat kerusakan sedang yaitu pohon dari jenis *Syzygium polycephalum* (Myrtaceae) yang dalam bahasa lokal disebut Gowok. Gowok merupakan tumbuhan tropis dengan habitat di hutan sekunder pada ketinggian 200-1800 m dpl, biasanya ditanam di kebun sebagai tanaman buah (Lim 2012). Kerusakan yang terjadi di pohon Gowok yaitu pada bagian daun rusak karena serangga, bagian batang berlubang dan mengeluarkan lendir atau eksudasi (Gambar 6C). Hal tersebut dikarenakan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) berupa hama penggerek batang (Muryati et al. 2010).

Tabel 2. Kode dan bobot nilai indeks kerusakan

Lokasi kerusakan		Tipe kerusakan		Kelas keparahan kerusakan	
Kode	Bobot nilai indeks (y)	Kode	Bobot nilai indeks (x)	Kode	Bobot nilai indeks (z)
0	1.5	01	1.9	0	1.5
1	2	02	1.7	1	1.1
2	2	03	1.5	2	1.2
3	1.8	04	1.5	3	1.3
4	1.8	11	1.6	4	1.4
5	1.6	12	1.3	5	1.5
6	1.2	13	1	6	1.6
7	1	21	1	7	1.7
8	1	22	1	8	1.8
9	1	23	1	9	1.9
		24	1		
		25	1		
		31	1		

Tabel 3. Klasifikasi kesehatan pohon berdasarkan nilai indeks kerusakan pohon

Klasifikasi kesehatan pohon	Nilai indeks kerusakan pohon
Sehat	0-5
Kerusakan ringan	6-10
Kerusakan sedang	11-15
Kerusakan berat	≥ 16

Tabel 1. Kode dan deskripsi lokasi, tipe dan kelas keparahan kerusakan pohon

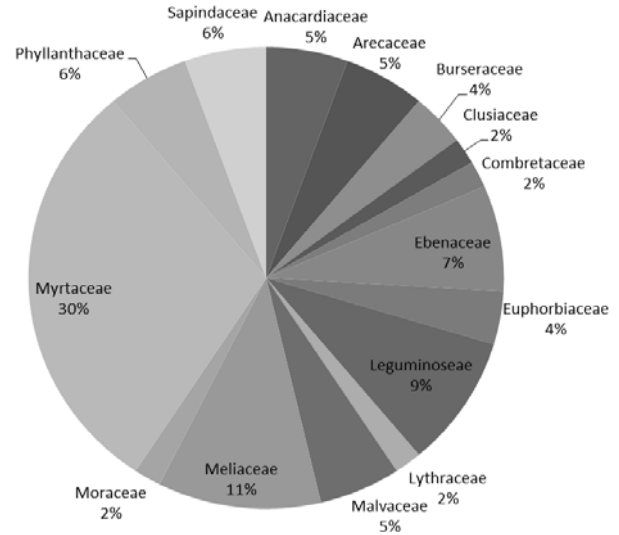
Kode	Deskripsi lokasi	Kode	Deskripsi tipe	Kode	Deskripsi kelas keparahan
0	Sehat (tidak ada kerusakan)	01	Kanker, gul	1	01-19 %
1	Akar	02	Busuk hati, tubuh buah dan indikator lain lapuk lanjut	2	20-29 %
2	Akar dan batang bagian bawah	03	Luka terbuka	3	30-39 %
3	Batang bagian bawah	04	Eksudasi (resinosis dan gummosis)	4	40-49 %
4	Batang bagian bawah dan bagian atas	11	Batang patah	5	50-59 %
5	Batang bagian atas	12	Malformasi	6	60-69 %
6	Batang tajuk	13	Akar patah atau mati	7	70-79 %
7	Cabang	21	Hilangnya ujung dominan, mati ujung	8	80-89 %
8	Kuncup dan tunas	22	Cabang patah atau mati	9	90-99 %
9	Daun	23	Cabang berlebi		
		24	Daun, kuncup atau tunas rusak		
		25	Daun berubah warna		
		31	Lain-lain		

Survey keamanan dan kenyamanan pengunjung

Selain melakukan identifikasi kesehatan pohon, dalam studi ini juga dilakukan survey kepada para pengunjung *Ecopark* berkaitan dengan keamanan dan kenyamanan. Dari 36 responden yang ditemui, sebanyak 52,78% pria, 41,67% wanita dan 5,56% tidak memberikan keterangan jenis kelamin dengan sebaran usia 11-15 tahun sebesar 13,89%, 16-20 tahun sebesar 22,22%, 21-25 tahun sebesar 20,56%, 26-30 sebesar 19,44%, lebih dari 30 tahun sebesar 19,44% dan 2,78% tidak memberi keterangan usia. Latar belakang pendidikan responden S1 sebesar 22,22%, SMA sebesar 55,56 %, SMP sebesar 8,33 % dan dari latar belakang pendidikan lainnya 13,89%. Domisili para responden cukup beragam mulai dari yang bertempat tinggal di sekitar CSC sebesar 63,89% dan sisanya berasal dari luar CSC seperti Jakarta dan Bandung. Pengunjung datang ke *Ecopark* dengan tujuan wisata sebesar 55,56%, olahraga sebesar 33,33% dan dengan tujuan lain sebesar 11,11%.

Gambar 9 menunjukkan hasil survey terkait respon masyarakat terhadap kondisi pohon peneduh yang ada di *Ecopark*. Sebanyak 94,44% reponden menyebutkan perlu diadakannya pengecekan rutin terhadap pohon-pohon peneduh disekitar area *Ecopark*. Hal ini disebabkan para pengunjung sering berteduh disekitar area pohon peneduh dan mereka khawatir jika pohon tersebut tiba-tiba tumbang karena faktor internal (seperti rayap) yang tidak terlihat dari luar. Sebanyak 88,89% responden menginginkan adanya tanda peringatan atau keterangan mengenai status

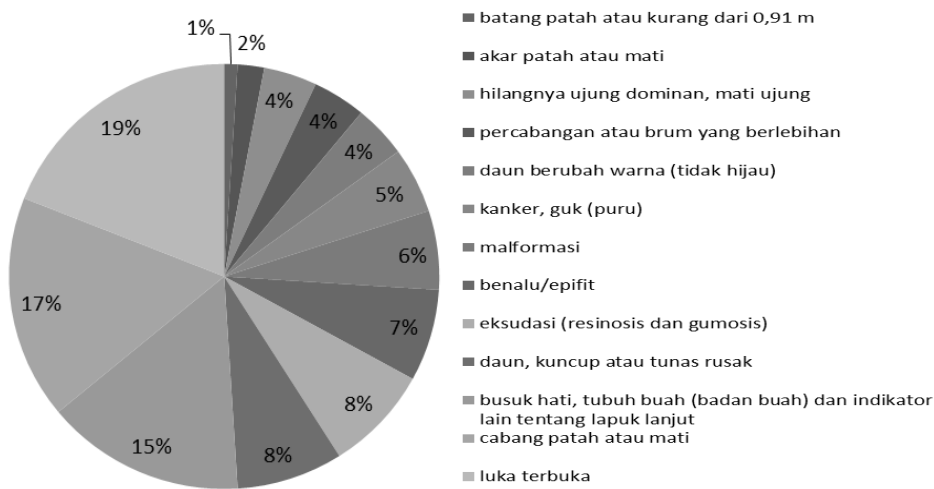
terkini tentang kondisi pohon peneduh agar para pengunjung waspada dan menjauhi pohon-pohon yang berpotensi tumbang atau membahayakan. Akan tetapi sebanyak 83,33% responden menyatakan masih merasa aman dengan kondisi pohon peneduh karena umur pohon yang relatif masih muda.



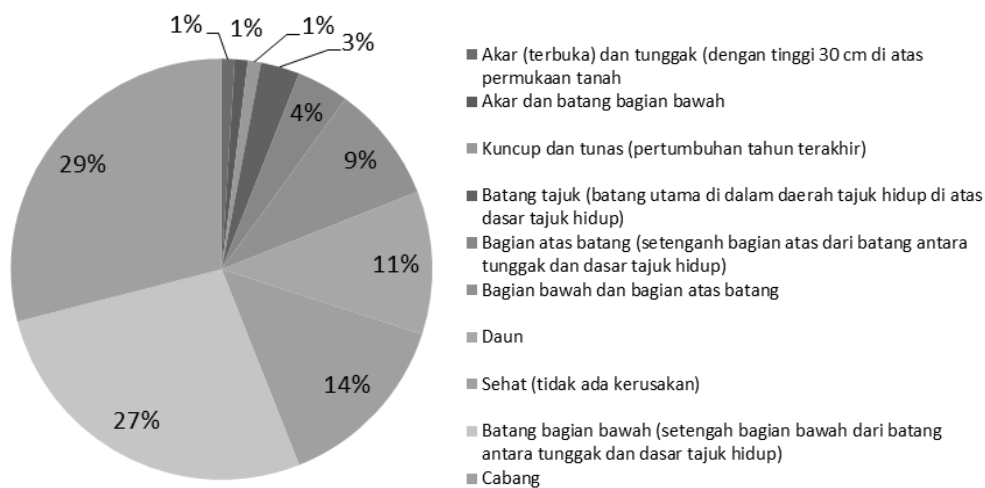
Gambar 2. Sebaran sampel berdasarkan suku



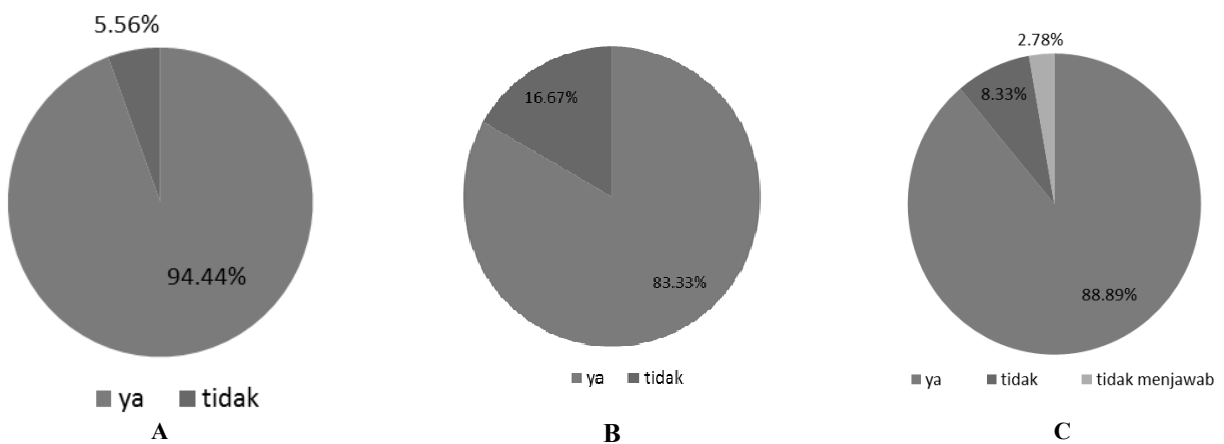
Gambar 1. Peta sebaran tingkat kerusakan pohon di Ecopark



Gambar 3. Kasus berdasarkan tipe kerusakan



Gambar 5. Tipe kerusakan pohon berdasarkan lokasi kerusakan



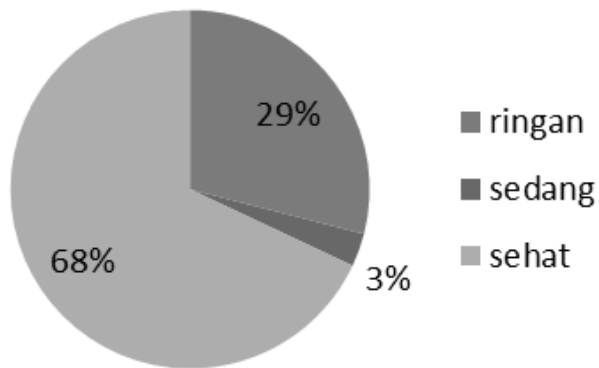
Gambar 9. A. Hasil survey tentang perlunya pohon peneduh, B. Hasil survey tentang rasa aman terhadap pohon peneduh di Ecopark, C. Hasil survey tentang perlunya tanda peringatan status pohon peneduh



Gambar 4.A. Kerusakan karena vandalisme, B. Tebasan golok, C. Cabang patah/mati, D. Batang terkena cendawan



Gambar 6. A. Kerusakan pada batang bagian bawah, B. Daun rusak karena serangga, C. Batang *Syzygium polychepalum* yang rusak karena organisme pengganggu tanaman



Gambar 7. Tingkat kerusakan pohon

Rekomendasi perawatan

Pemangkasan cabang patah dan mati diperlukan untuk menjaga keamanan dan kenyamanan pengunjung. Selain itu, *pruning* atau pemangkasan cabang yang berlebih diperlukan untuk meningkatkan efektivitas proses fotosintesis. Menurut Hariyadi et al. (2011), *pruning* bertujuan untuk mengoptimalkan intersepsi cahaya dan mengarahkan pertumbuhan dan perkembangan cabang dan tunas ke arah yang menguntungkan. Intersepsi cahaya berperan penting terhadap pembentukan asimilat total melalui fotosintesis dan partisi asimilat ke arah *sink*. Pemangkasan cabang pada *Jatropha curcas* L. terbukti menghasilkan laju fotosintesis lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman tanpa pemangkasan.

Organisme pengganggu tanaman perlu dikontrol untuk mereduksi kerusakan pada tumbuhan koleksi termasuk pohon peneduh. Hama dan penyakit termasuk benalu perlu ditanggulangi secara preventif. Kegiatan pembersihan rutin yang sudah dilakukan meliputi pemotongan rumput dan penyapuan sampah. Beberapa organisme yang berada di sekitar pohon peneduh seperti semut dan rayap dapat menggerogoti bagian pohon (Bezemer et al. 2003; Mustika 2005).

Terdapatnya daun yang berwarna kuning merupakan salah satu indikator kurangnya nutrisi tanaman. Pemupukan yang efektif diperlukan untuk menjaga kondisi kesehatan pohon peneduh. Menurut Wijayani dan Indradewa (2004), daun muda dan tulang daun berwarna kuning merupakan ciri-ciri gejala defisiensi unsur fosfat. Ruhnayat (2007) menambahkan bahwa gejala defisiensi unsur hara nitrogen dicirikan dengan helaian dan tulang daun yang berwarna kuning disertai dengan nekrosis dari basal sampai dengan apikal daun. Pengefektifan pemberian pupuk NPK perlu dilaksanakan demi meningkatkan kondisi kesehatan tumbuhan.

Kerusakan pohon peneduh utamanya diakibatkan oleh perbuatan manusia. Vandalisme dengan cara menyayat kulit pohon pada bagian batang dan cabang merupakan tindakan yang tidak terpuji. Selain itu, kesadaran pengunjung terkait kebersihan di area *Ecopark* perlu ditingkatkan untuk kenyamanan pengunjung serta kesehatan pohon. Sampah yang menumpuk dapat mengundang organisme lain. Penumpukan sampah juga dapat meningkatkan kelembaban yang berlebihan, sehingga kondisi tersebut adaptif untuk pertumbuhan cendawan (Gregory et al. 1996).

Edukasi terhadap masyarakat terkait kepedulian lingkungan dapat menjadi salah satu pendekatan solusi reduksi kerusakan pohon. Tanda-tanda pengingat dan himbauan untuk senantiasa mencintai tumbuhan perlu ditampilkan pada area-area ramai pengunjung (Anne et al. 2013).

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa mayoritas pohon peneduh di kawasan *Ecopark* berstatus sehat (68%). Hanya terdapat 29% pohon peneduh yang rusak ringan dan 3% dalam kondisi rusak sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Pusat Pembinaan, Pendidikan dan Pelatihan (Pusbindiklat) Peneliti LIPI. Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Sinta Maharani, Muhammad Firdaus, Mochamad Riza Iskandar, Ayu Handayani, Samsul Hafiz, Asep Ridwan Nugraha, Zuhdi Ismail, Muhammad Ikhlasul Amal dan Kusuma Rahmawati atas kerja samanya dalam melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadia J, Vazquez S, Alvarez RR, Jendoubi HE, Abadia A, Fernandez AA, Millan AFL. 2011. Towards a knowledge-based correction of iron chlorosis. *Plant Physiol Biochem* 49 (5): 471-482.
- Anne K, Frohlich LG, Bognera FX, Schultzb PW. 2013. Promoting connectedness with nature through environmental education. *Environ Educ Res* 19 (3): 370-384.
- Bezemer TM, Wagenaar R, Van Dam NM, Wackers FL. 2003. Interactions between above-and belowground insect herbivores as mediated by the plant defense system. *Oikos* 101 (3): 555-562.
- Gregory S, Stephen G, Hubbell. 1996. Plant diseases and the conservation of tropical forests. *Bioscience* 46(2): 98-106.
- Handayani T, Sugiarti, Sartika I. 2009. Peranan *Ecopark* dalam Pengembangan dan Pelestarian Jenis-jenis Tumbuhan Berpotensi di Indonesia. Dalam: Kurniawan A, Undaharta NKE, Wibawa IPHA, Tirta IG, Sujarwo W. (ed). Peranan Konservasi Flora Indonesia dalam Mengatasi Dampak Pemanasan Global. Buku I. UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya "Eka Karya" Bali LIPI, Bali.
- Hariyadi, Purwoko BS, Raden I. 2011. Pengaruh pemangkasan batang dan cabang primer terhadap laju fotosintesis dan produksi jarak pagar (*Jathropa curcas* L.). *J Agron Indonesia* 39 (3): 205-209.
- Lim TK. 2012. *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants*. Springer, Netherland.
- Mangold R. 1997. Overview of the Forest Health Monitoring Program. USDA Forest Service, USA.
- Miardini A. 2006. Analisis Kesehatan Pohon di Kebun Raya Bogor. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Muryati M, Istianto, Affandi. 2010. Beberapa aspek bioekologi hama penggerek batang mangga. *J Hort* 20 (2): 171-178.
- Mustika I. 2005. Konsepsi dan strategi pengendalian nematoda parasit tanaman perkebunan di Indonesia. *Perspektif* 4 (1): 20-32.
- Ruhnayat A. 2007. Penentuan kebutuhan pokok unsur hara N, P, K untuk pertumbuhan tanaman vanili (*Vanilla planifolia* Andrews). *Bull Littro* 18 (1): 49-59.
- Soeratmo FG. 1974. *Perlindungan Hutan*. Proyek Peningkatan Mutu Perguruan Tinggi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wijayani A, Indradewa D. 2004. Deteksi kahat hara N, P, K, Mg dan Ca pada tanaman bunga matahari dengan sistem hidroponik. *Agrosains* 6 (1): 1-4.
- Yunasfi. 2002. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Penyakit yang Disebabkan oleh Jamur. [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara, Medan.