

EVALUASI VISUAL DAN KARAKTERISTIK KECEPATAN GELOMBANG ULTRASONIK POHON PENEDUH DI PERKOTAAN DAN HUTAN TANAMAN

Visual Evaluation and Ultrasonic Wave Velocity Characteristics of Shade Trees in Urban Area and Plantation Forest

Lina KARLINASARI¹⁾, Ivana L MARIYANTI¹⁾, Harisfan N BATUBARA¹⁾, Ridho M DHANI¹⁾, dan Dodi NANDIKA¹⁾

Corresponding Author: I_karlinasari@yahoo.com

ABSTRACT

In urban areas, trees provide aesthetic and comfort value, as well as a part of the history of the city and human civilization. The environmental stresses have led to a hazard trees. It can be harmful to humans due to falling or collapse suddenly. In other things, healthy living trees at plantation forest have been greatly impact on wood productivity. This article reports the results of a study using NDT technology based on ultrasonic wave propagation combining visual observation in urban trees and plantation forest. Most of tree planted as shade trees in urban area of Bogor and district of south Jakarta were mahogany (mahoni) mahogany (*Swietenia* sp.) and pterocarpus (angsana) angsana (*Pterocarpus* sp.). The deterioration symptoms that appear in trees were open hollow, lianas and epiphytes attack, decay and death of bark, as well as termite attack. The healthy living trees in Bogor reached 50% with the ultrasonic wave velocity above 1200 m/sec. In opposite, more than 50% trees were in unhealthy condition with ultrasonic wave speeds below 800 m/sec at south Jakarta district. At plantation forest, more than 90% trees were in healthy standing trees as indicted with ultrasonic wave velocity value of above 1200 m/sec.

Keywords: living tree, urban trees, ultrasonic velocity, visual assessment, NDT

PENDAHULUAN

Pohon merupakan komponen biotik yang memiliki peranan sangat penting sebagai bagian dari suatu ekosistem terutama manusia serta lingkungan. Berkaitan dengan fungsi ekologi, pohon berkontribusi besar dalam rantai karbon. Di daerah perkotaan, secara khusus pohon memberikan nilai estetika dan kenyamanan, serta merupakan bagian dari sejarah peradaban manusia. Ada beberapa hal yang menguntungkan dari keberadaan pohon antara lain menyuplai oksigen, mengikat karbon dioksida, mengurangi polusi suara, dan mengubah iklim mikro suatu wilayah (Hartman et al. 2000). Penyakit pada pohon, adanya gangguan fisik dan

mekanik, serta perubahan kondisi cuaca yang ekstrim dapat menyebabkan pohon tumbang atau roboh secara tiba-tiba. Berita-berita terkait tumbangnya pohon seringkali mencatat korban nyawa manusia dan memberikan dampak kerugian ekonomi karena harta benda seperti rumah atau kendaraan tertimpa pohon tumbang di banyak daerah (Republika 2012, Radar Bogor 2011). Bahkan Kebun Raya Bogor pernah kehilangan pohon langka *Ritchiea fragrans* yang ditanam tahun 1920 yang merupakan koleksi satu-satunya akibat tumbang saat hujan angin di wilayah Bogor pada tahun 2011. Saat ditelaah lebih lanjut ternyata pohon tersebut mengalami keropos akibat serangan rayap yang tidak tampak dari luar secara kasat mata (Radar Bogor 2011).

Sementara itu, pohon pada suatu tegakan hutan tanaman memiliki nilai ekonomis sebagai penghasil kayu ataupun non kayu. Kesehatan pohon sangat berdampak pada produktifitas hasil kayu sebagai bahan baku industri.

Evaluasi kondisi pohon hidup dapat dilakukan dengan menggunakan banyak indikator visual. Keadaan fisik pohon dapat dinilai secara visual seperti penampakan atau tampilan cabang pohon dan dedaunan, struktur pohon, adanya penyakit dan cacat pohon. Selain keadaan fisik yang dapat dilihat secara visual, kesehatan pohon juga dipengaruhi oleh keadaan internal dalam batang. Kondisi internal batang pohon seperti deteriorasi kayu sering menyebabkan pohon menjadi berbahaya. Terdapat korelasi antara bukti visual dan internal evaluasi pohon yang menunjukkan tingkat kebugaran atau kesehatan pohon. Teknologi pengujian non-destruktif (*non-destructive testing or evaluation*, NDT/E) telah melahirkan alat-alat yang dapat memantau kondisi kesehatan pohon. Kombinasi penilaian visual dan teknologi NDT berdasarkan teknik rambatan gelombang suara telah berhasil memberikan informasi yang dapat diandalkan untuk mengevaluasi pohon hidup (Yamamoto et al. 1998, Chuang dan Wang 2001, Larsson et al. 2004, Ahmad et al. 2012, Hartman et al. 2000, Sandoz et al. 2000, Najafi et al. 2009).

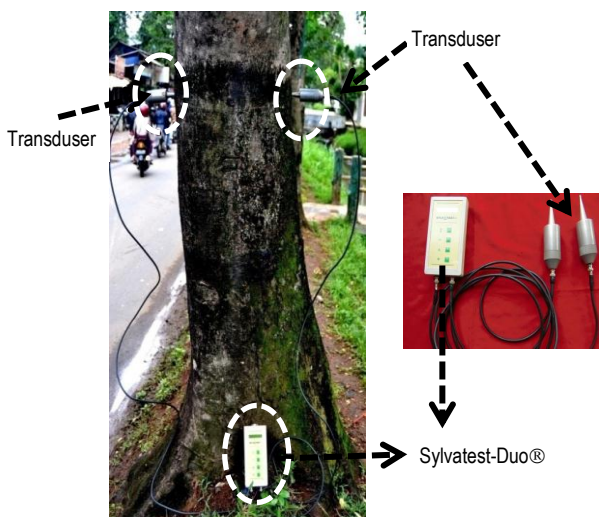
Tujuan penelitian adalah melakukan evaluasi visual kondisi batang pohon dan mengidentifikasi karakteristik kecepatan gelombang suara ultrasonik pada pohon hidup berdiri di perkotaan dan pohon-pohon hutan tanaman di kawasan hutan.

¹ Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan terhadap total 324 pohon penehud di perkotaan dan 91 pohon hutan tanaman. Pohon penehud perkotaan dipilih dari beberapa jenis pohon di wilayah kota Bogor dan Jakarta Selatan. Sementara itu, pohon dari hutan tanaman diambil dari beberapa jenis pohon yang berada di wilayah Perum Perhutani Parung Panjang-Bogor, Hutan Pendidikan Gunung Walat-Sukabumi, dan kebun Biotrop-Bogor. Evaluasi visual dilakukan untuk mengetahui kondisi fisik dari pohon yang terdiri atas pengamatan batang pohon dari bagian bawah hingga atas, kondisi perakaran yang tampak, serta kondisi tajuk pohon. Selain itu diamati juga keadaan lingkungan sekitar tempat tumbuh dari pohon-pohon tersebut.

Pengujian kecepatan gelombang ultrasonik dilakukan menggunakan alat pengujian nondestruktif Sylvatest-Duo® (produk CBS-CBT, Swiss) yang memiliki frekuensi 22 kHz. Pengujian dilakukan dengan menempatkan 2 buah sensor atau transduser di batang pohon setinggi dada (± 130 cm) dengan posisi transduser saling berhadapan (Gambar 1). Salah satu transduser berfungsi sebagai pengirim signal gelombang suara, sedangkan transduser lainnya sebagai penerima signal. Kedua transduser tersebut dimasukkan ke dalam kulit kayu sekitar 1 cm. Gelombang suara dibangkitkan dari alat yang selanjutnya gelombang tersebut merambat melintasi bagian dalam pohon searah diameter pohon atau ke arah radial. Waktu rambatan gelombang suara terbaca pada alat begitu pula kecepatan gelombang suara. Kecepatan gelombang suara merupakan rasio jarak lintasan terhadap waktu tempuh rambatan gelombang suara. Pengujian kecepatan gelombang suara ini dilakukan pada 2 arah lintasan berhadapan yang berbeda, yaitu utara-selatan dan barat-timur.



Gambar 1. Set-up pengujian menggunakan Sylvatest-Duo® pada pohon

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Pohon

Pohon contoh penelitian yang dipilih adalah pohon dengan diameter di atas 15 cm. Untuk wilayah kota Bogor pohon dipilih yang berada di jalan Pajajaran, sementara itu untuk wilayah Jakarta Selatan dipilih pohon dari 11 jalan yang mewakili 10 kecamatan. Ke-11 jalan tersebut adalah jalan Raya Pasar Minggu, Tanjung Barat, Moh. Kahfi II, Sultan Iskandar Muda, Pangeran Antasari, Raya Pasar Minggu, Fatmawati, Ciledug Raya, Dr. Soepomo, Mampang Prapatan, dan jalan HR. Rasuna Said. Untuk pohon dari hutan tanaman dipilih dari jenis akasia dari hutan Perum Perhutani di Parung Panjang-Bogor, jenis agathis dan pinus dari Hutan Pendidikan IPB Gunung Walat-Sukabumi, dan jenis gaharu dari kebun Biotrop-Bogor. Informasi lapangan dan identifikasi jenis pohon serta jumlah pohon contoh penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis, jumlah, dan lokasi pohon contoh penelitian

Jenis pohon	Nama latin	Jumlah pohon	Lokasi
Pohon penehud di perkotaan (jumlah = 324 pohon)			
Mahoni	<i>Swietenia</i> spp.	128	Jl. Pajajaran, Bogor (50) ^b , wilayah Jakarta Selatan (78)
Angsana	<i>Pterocarpus indica</i>	117	Jl. Pajajaran, Bogor (25), wilayah Jakarta Selatan (92)
Glodogan	<i>Polyathia longifolia</i>	39	Wilayah Jakarta Selatan
Saga	<i>Adenanthera povonina</i>	15	Wilayah Jakarta Selatan
Kupu-kupu	<i>Bauhinia purpurea</i>	8	Jl. Pajajaran, Bogor
Tanjung	<i>Mimusops elengi</i>	6	Jl. Pajajaran, Bogor (5), wilayah Jakarta Selatan (1)
Agathis (SW) ^a	<i>Agathis dammara</i>	5	Jl. Pajajaran, Bogor
Beringin	<i>Ficus</i> spp.	2	Wilayah Jakarta Selatan
Khaya	<i>Khaya</i> spp.	2	Wilayah Jakarta Selatan
Ketapang	<i>Terminalia catappa</i>	1	Wilayah Jakarta Selatan
Asam	<i>Pithecellobium dulce</i>	1	Wilayah Jakarta Selatan
Hutan Tanaman (jumlah = 91 pohon)			
Akasia	<i>Acacia mangium</i>	56	Parung Panjang, Bogor
Gaharu	<i>Aquilaria</i> spp.	16	Kebun Biotrop, Bogor
Agathis (SW)	<i>Agathis dammara</i>	13	Gunung Walat, Sukabumi
Pinus (SW)	<i>Pinus merkusii</i>	6	Gunung Walat, Sukabumi

^a SW adalah kayu kategori *softwood* atau daun jarum

^b angka dalam kurung menunjukkan jumlah pohon

Berdasarkan pemilihan, kelimpahan, dan identifikasi jenis pohon contoh maka diperoleh 11 jenis pohon dengan pohon yang dominan sebagai pohon penehud di perkotaan adalah dari mahoni (39.5%), angsana (36%), dan glodogan (12%). Mahoni dan angsana merupakan jenis pohon yang banyak dijumpai di kedua wilayah baik Bogor maupun Jakarta Selatan,

sementara pohon glodogan yang berdaun panjang dengan pohon menjulang tinggi banyak dijumpai di wilayah Jakarta Selatan. Diameter rata-rata pohon mahoni di Bogor adalah 60 cm, sementara itu untuk pohon tersebut di wilayah Jakarta Selatan, diameter rata-rata pohonnya adalah 62 cm. Untuk diameter rata-rata jenis kayu angšana di Jl. Pajajaran Bogor adalah 85 cm, dan untuk yang di wilayah Jakarta Selatan adalah 60 cm. Menurut informasi umur pohon mahoni dan angšana adalah lebih dari 30 tahun. Pohon yang memiliki diameter rata-rata terbesar adalah agathis yaitu 122 cm. Jenis pohon ini termasuk kategori pohon tua yang diduga berumur lebih dari 50 tahun. Pohon contoh dari hutan tanaman yang dipilih terdiri atas jenis akasia (*Acacia mangium*) sebanyak 56 pohon yang berasal dari tanaman umur 5 sampai 10 tahun, pohon gaharu dari jenis *Aquilaria* spp. sebanyak 16 pohon, dan pohon dari kelompok daun jarum atau *softwood* yaitu agathis dan pinus masing-masing sebanyak 13 dan 6 pohon. Pohon contoh gaharu yang dipilih adalah pohon yang tidak diinduksi atau pohon yang baru diinduksi satu kali dengan inokulasi buatan. Sementara itu pohon pinus dan agathis yang dipilih adalah pohon yang disadap ringan.

Evaluasi visual

Identifikasi kondisi visual pohon dilakukan dengan mengamati gejala deteriorasi (Gambar 2) yang dijumpai pada pohon peneduh antara lain adanya luka terbuka kecil hingga besar pada batang pohon, serangan epifit dan liana, mati pucuk (*dieback*), adanya mata kayu mati, keropos akibat rayap, pembusukan akibat serangan jamur (konk), tonjolan pada batang pohon, lapisan kulit dan kambium yang mati (kanker), serta kerusakan fisik lain akibat perilaku manusia (pemakuan pada batang pohon). Pohon-pohon contoh yang dipilih secara acak terletak di tepi dan median jalan. Kondisi lingkungan sekitar pohon umumnya sangat kotor, cukup banyak sampah, dan beberapa pohon tampak bekas pembakaran di bagian bawah batang pohon dekat perakaran, serta mengalami tekanan pada bagian akarnya karena pada sekeliling akarnya telah disemen. Kerapatan atau jarak antar pohon umumnya tidak seragam. Kebugaran pohon peneduh bervariasi tergantung kemampuan pohon menyerap udara kotor (polusi). Keberadaan pohon ditujukan selain estetika juga memiliki fungsi utama sebagai penyerap karbondioksida dan pengontrol iklim mikro di sekitarnya. Sementara itu, pada pohon hutan tanaman kondisi visual pohon relatif seragam dengan kebugaran pohon yang hampir sama (Gambar 3). Gejala deteriorasi pada pohon yang diamati hampir tidak dijumpai. Kondisi lantai hutan relatif bersih hanya dijumpai serasah daun pohon. Jarak tanam pohon umumnya hampir seragam. Rata-rata diameter pohon akasia umur 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 tahun masing-masing 11 cm, 12 cm, 15 cm, 25 cm, 28 cm, dan 30 cm. Diameter pohon agathis dan pinus adalah 45

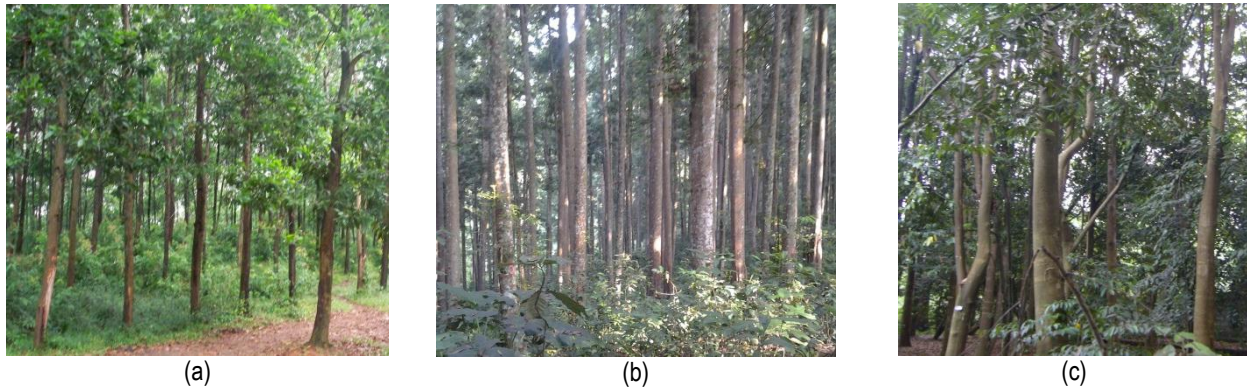
cm–65 cm, dan untuk pohon gaharu memiliki diameter sekitar 30 cm.



Gambar 2. Contoh gejala deteriorisasi pada pohon peneduh di perkotaan

Karakteristik gelombang ultrasonik

Gelombang ultrasonik adalah gelombang suara dengan frekuensi tinggi lebih dari 20 kHz. Salah satu parameter gelombang suara yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi bagian dalam bahan adalah kecepatan gelombang suara. Kecepatan gelombang suara berkaitan dengan waktu tempuh gelombang suara untuk merambat melalui suatu media pada jarak tertentu. Adanya hambatan akibat ketidakhomogenan media rambatan menyebabkan gangguan kecepatan gelombang suara. Karakteristik gelombang suara ultrasonik pada pohon peneduh perkotaan sangat bervariasi dari kecepatan gelombang terendah 191 m/det sampai yang terbesar 2375 m/det (Tabel 2). Hal ini terlihat juga pada nilai koefisien variasi (rasio standar deviasi terhadap nilai rata-rata) yang tinggi yaitu lebih dari 50%. Pada hutan tanaman kecepatan gelombang ultrasonik lebih seragam untuk semua jenis kayu dengan nilai rata-rata pada kisaran 1100 m/det sampai 2500 m/det dengan nilai koefisien variasi sekitar 20-30%.



Gambar 3. Pohon di hutan tanaman: (a) *Acacia mangium*, (b) *Agathis damara*, (c) *Aquilaria* spp.

Tabel 2. Jenis tanaman dan nilai kecepatan gelombang ultrasonik (Vus) pohon peneduh di perkotaan dan hutan tanaman

Jenis Pohon	Jumlah Pohon	Rataan	Vus (m/det)			
			MIN	MAX	SD	CV (%)
Pohon peneduh di perkotaan						
Mahoni	128	1037	290	2244	585,57	56,48
Angsana	117	898	269	2375	467,78	52,09
Glodogan	39	877	309	1782	514,24	58,65
Saga	15	896	310	1619	478,01	53,38
Kupu-kupu	8	1056	301	1858	630,24	59,71
Tanjung	6	1461	524	1986	520,91	35,65
Agathis (SW)	5	287	191	340	57,23	19,94
Beringin	2	586	-	-	-	-
Khaya	2	860	-	-	-	-
Ketapang	1	1219	-	-	-	-
Asam	1	681	-	-	-	-
Pohon hutan tanaman						
Akasia	56	1685	1035	2588	453,88	26,94
Gaharu	16	1493	1138	2375	388,88	26,04
Agathis (SW)	13	1696	1190	2638	367,03	21,64
Pinus (SW)	6	1509	1368	1825	164,49	10,90

SW adalah kayu kategori *softwood* atau daun jarum, SD=standar deviasi, CV=coefficient of variation, MIN=nilai minimum, MAX=nilai maksimum

Pohon Peneduh di Kota Bogor

Tabel 3 menunjukkan pada pengujian kecepatan gelombang ultrasonik untuk pohon peneduh di wilayah Bogor, sebanyak 51% memiliki nilai kecepatan lebih dari 1200 m/det dan masuk kategori I dan II, dan sekitar 10% masuk kategori III, sisanya 39% masuk kategori kecepatan gelombang ultrasonik rendah (kategori IV dan V). Kategori pengklasifikasian kecepatan gelombang ultrasonik mengacu pada Karlinasari *et al.* (2011) pada Tabel 4. Semakin besar kategori kecepatannya maka semakin rendah kecepatan gelombang ultrasoniknya. Kecepatan gelombang ultrasonik

yang rendah menunjukkan kualitas kondisi batang pohon yang rendah pula yaitu dijumpainya gejala dan serangan detriorisasi yang semakin hebat. Pohon yang dikatakan sehat memiliki kategori kecepatan gelombang ultrasonik lebih dari 1200 m/det (I dan II). Kecepatan suara antara 800-1200 m/det (kategori III) dikatakan sedang dengan indikasi gejala deteriorasi serangan jamur dan cendawan serta mulai tampak adanya luka terbuka. Pada kecepatan gelombang suara ultrasonik 500-800 m/det (kategori IV) pohon memerlukan perhatian intensif, sementara kecepatan kurang dari 500 m/det (kategori V) diperlukan perhatian khusus karena kondisi pohon sudah sangat tertekan seperti dijumpainya lubang yang besar karena adanya kanker dan konk.

Tabel 3. Jumlah pohon pada setiap jenis berdasarkan kategori kecepatan gelombang ultrasonik (Vus) di wilayah Bogor

Kategori	Vus (m/det)	Jumlah Pohon - (%) Bogor					Persentase (%)
		Mahoni	Angsana	Kupu-kupu	Tanjung	Agathis	
I	> 1600	23 (46) ^a	3 (12)	2 (25)	3 (60)	0	32,98
II	1200-1600	8 (16)	5 (19)	2 (25)	2 (40)	0	18,09
III	800-1200	4 (8)	5 (19)	1 (13)	0	0	10,64
IV	500-800	6 (12)	6 (23)	0	0	0	12,77
V	<500	9 (18)	7 (27)	3(38)	0	5 (100)	25,53
		50 (100)	26 (100)	8 (100)	5 (100)	5 (100)	
Persentase (%)		53,19	27,66	8,51	5,32	5,32	

^a angka dalam kurung menunjukkan persentase

Rujukan kecepatan gelombang ultrasonik menggunakan alat yang sama pada pohon hidup sehat untuk jenis kayu daun jarum atau *softwood* (pinus, spruce, fir) seperti disimpulkan pada penelitian Sandoz *et al.* (2000) adalah 1500-1600 m/det. Sementara itu untuk kayu daun lebar atau *hardwood* (oak, ash, maple, chenut, poplar, cedar, sequoia) nilai kecepatan gelombang pohon hidup sehat berada pada kisaran 1400-1900 m/det. Wang *et al.* (2004) yang merangkum hasil-hasil

penelitian evaluasi pohon berdiri untuk jenis kayu temperate menggunakan alat NDT berbasis gelombang suara (frekuensi 20-20 kHz) menyebutkan bahwa untuk beberapa jenis kayu daun jarum dan lebar rujukan kecepatan gelombang suara pohon sehat adalah 900-1600 m/det. Sementara itu diketahui kecepatan gelombang suara ultrasonik sama atau bisa lebih tinggi hingga 20% dibandingkan pengujian kecepatan gelombang suara (Chuang dan Wang 2001).

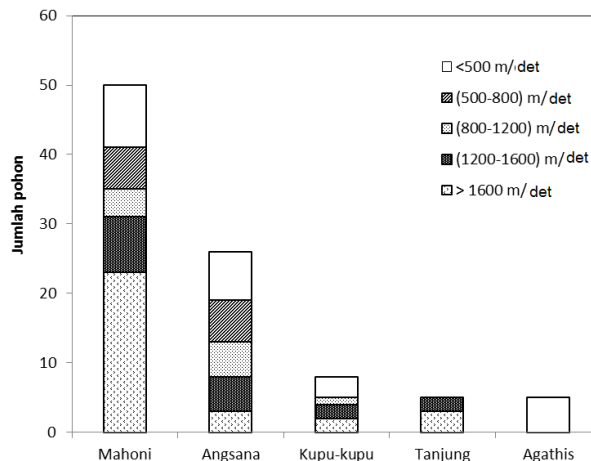
Tabel 4. Klasifikasi kategori kecepatan rambatan gelombang ultrasonik

Kategori ^a	Vus (m/det)	Kedaaan fisik pohon
I	> 1600	Penampakan sehat
II	1200-1600	Penampakan sehat, benjolan (sehat), <i>dieback</i> (tidak mematikan)
III	800-1200	<i>Dieback</i> , adanya jamur (konk), luka terbuka
IV	500-800	Batang keropos, ada benjolan (terlihat parah), <i>tunnel rayap</i>
V	<500	Lubang besar, kanker, konk, tumbuhan pengganggu

^a kategori kecepatan rambatan gelombang ultrasonik (sumber: Karlinsari *et al.* 2011)

Sesuai dengan Tabel 3 diketahui pohon sasaran dengan kelimpahan cukup banyak (80%) adalah mahoni dan angšana. Kedua jenis ini diketahui merupakan jenis favorit untuk pohon peneduh yang ditanam sekitar tahun 1980. Gambar 4 menunjukkan untuk mahoni lebih dari 62% (31 pohon dari 51 pohon) termasuk dalam kategori kecepatan rambatan gelombang ultrasonik I dan II. Begitu pula untuk jenis angšana, kupu-kupu, dan tanjung. Untuk agathis, kecepatan gelombang ultrasonik sangat rendah. Kecepatan gelombang ultrasonik pada kelima pohon agathis yang diuji berada dibawah 500 m/det. Hal ini diduga karena kondisi pohon sudah tua dan kondisi lingkungan yang kurang kondusif untuk tumbuh. Sebagian besar akar pohon tersebut berbatasan langsung dengan trotoar yang telah diperkeras. Selain itu, pada bagian dalam pohon diduga mengalami deteriorasi akut hingga kemungkinan adanya lubang yang besar.

Salah satu keterbatasan dari alat Sylvania-Duo yaitu tidak dapat mencitrakan atau memvisualisasikan bagian dalam. Dugaan kondisi internal kayu hanya berdasarkan evaluasi visual dan rujukan atas nilai kecepatan gelombang suara yang diperoleh. Penelitian Sandoz *et al.* (2000) menyimpulkan akurasi Sylvania-Duo kurang lebih 15% dalam mendeteksi gejala deteriorasi berupa pembusukan pada pohon berdiri spruce.



Gambar 4. Distribusi kategori kecepatan gelombang ultrasonik

Pohon Peneduh di Jakarta Selatan

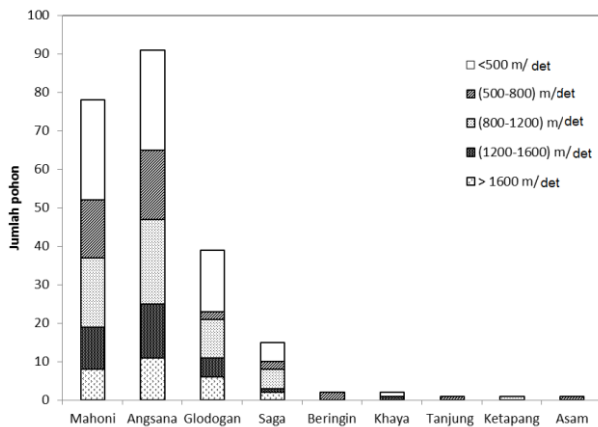
Evaluasi kecepatan gelombang ultrasonik pada sejumlah batang pohon di wilayah Jakarta selatan menunjukkan hasil yang berbeda dengan pohon-pohon peneduh di wilayah Bogor seperti disajikan pada Tabel 5. Pada pohon peneduh di wilayah Jakarta selatan justru 50% pohon-pohonnya termasuk kategori IV dan V (Tabel 4) dimana memiliki kecepatan gelombang ultrasonik kurang dari 800 m/det. Pohon-pohon dengan kategori kecepatan gelombang ultrasonik III (sedang) sebanyak 24% dan sisanya sekitar 26% termasuk dalam kategori I dan II atau dalam kondisi sehat. Pohon-pohon di wilayah Jakarta Selatan terganggu kebugarannya akibat derajat polutan yang sangat tinggi sehingga menurunkan kemampuan fotosintesisnya. Selain itu perilaku manusia di perkotaan seperti pemakuan pada batang pohon, penumpukan dan pembakaran sampah di bawah pohon berkontribusi nyata menekan pertumbuhan pohon. Seperti di kota Bogor, pohon jenis mahoni dan angšana mendominasi jenis pohon peneduh yang ditanam. Jenis pohon angšana termasuk yang mudah tumbuh tetapi cukup rapuh bila terkena angin kencang. Selain itu jenis pohon glodogan yang berpenampilan indah dan menjulang tinggi juga menjadi pohon favorit yang ditanam (Republika 2012).

Gambar 5 menunjukkan hampir pada semua pohon sasaran sebagian besar termasuk pada kategori kecepatan gelombang ultrasonik kurang dari 1200 m/det. Untuk pohon jenis mahoni sebanyak 52% (41 pohon dari 78 pohon), pohon angšana 49% (44 dari 91 pohon), dan pohon glodogan 46% (18 dari 39 pohon) memiliki kecepatan gelombang ultrasonik kurang dari 800 m/det. Hal ini menjelaskan kondisi penurunan kualitas pohon hidup akibat deteriorasi pada bagian dalam pohon. Dampak dari penurunan kualitas tersebut adalah kebugaran pohon hidup yang rendah.

Tabel 5. Jumlah pohon pada setiap jenis berdasarkan kategori kecepatan gelombang ultrasonik di wilayah Jakarta Selatan

Kategori	Vus (m/det)	Jumlah pohon - (%): Jakarta Selatan									Persentase (%)
		Mahoni	Angsana	Glodogan	Saga	Beringin	Khaya	Tanjung	Ketapang	Asam	
I	> 1600	8 (10) ^a	11 (12)	6 (15)	2(13)	0	0	0	0	0	11,74
II	1200-1600	11 (14)	14 (15)	5 (13)	1(7)	0	1 (50)	0	0	0	13,91
III	800-1200	18 (23)	22 (24)	10 (26)	5 (33)	0	0	0	1 (100)	0	24,35
IV	500-800	15 (19)	18 (20)	2 (5)	2 (13)	2 (100)	0	1 (100)	0	1 (100)	17,83
V	<500	26 (33)	26 (29)	16 (41)	5 (33)	0	1 (50)	0	0	0	32,17
		78 (100)	91 (100)	39 (100)	15 (100)	2 (100)	2 (100)	1 (100)	1 (100)	1 (100)	
	Persentase (%)	33,91	39,57	16,96	6,52	0,87	0,87	0,43	0,43	0,43	

^a angka dalam kurung menunjukkan persentase

**Gambar 5.** Distribusi kategori kecepatan gelombang ultrasonik berdasarkan jenis pohon di wilayah Jakarta Selatan

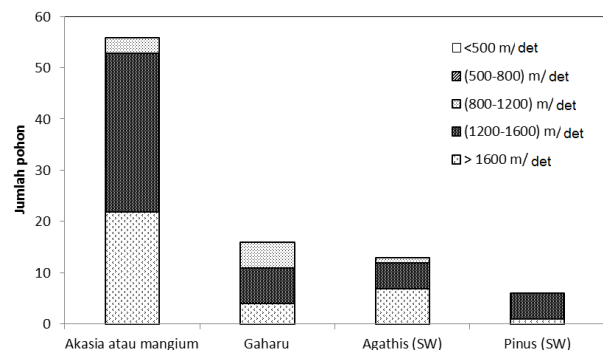
Pohon Hutan Tanaman

Berbeda dengan pohon-pohon peneduh di perkotaan yang memiliki kebugaran rendah, maka pohon-pohon di hutan tanaman memiliki kebugaran yang sangat baik. Hampir 90% pohon termasuk kategori kecepatan gelombang ultrasonik I dan II yang berarti pohon dalam kondisi sehat dan sangat sehat (Tabel 6 dan Gambar 6). Kecepatan gelombang ultrasonik untuk kategori tersebut adalah lebih dari 1200 m/det. Untuk kayu gaharu sebanyak 69% (11 dari 16 pohon) pohon termasuk kategori I dan II dan sisanya (31%) masuk kategori kecepatan gelombang ultrasonik III (800 -1200 m/det). Hal ini diduga berkaitan dengan aktifitas induksi pada pohon menggunakan inokulasi buatan dari jamur tertentu dalam rangka menstimulasi pembentukan gaharu pada pohon. Gaharu merupakan sejenis kayu dengan berbagai bentuk dan warna yang khas, serta memiliki kandungan kadar damar wangi, berasal dari pohon atau bagian pohon penghasil gaharu yang tumbuh secara alami dan telah mati, sebagai akibat dari proses infeksi yang terjadi baik secara alami atau buatan pada pohon tersebut, dan pada umumnya terjadi pada pohon *Aquilaria* sp. (SNI 1999).

Tabel 6. Jumlah pohon pada setiap jenis berdasarkan kategori kecepatan gelombang ultrasonik di hutan tanaman

Kategori	Vus (m/det)	Jumlah pohon - (%)				Persentase (%)
		Akasia	Gaharu	Agathis	Pinus	
I	> 1600	22 (39) ^a	4 (25)	7 (54)	1 (17)	37,36
II	1200-1600	31 (55)	7 (44)	5 (38)	5 (83)	52,75
III	800-1200	3 (5)	5 (31)	1 (8)	0	9,89
IV	500-800	0	0	0	0	0,00
V	<500	0	0	0	0	0,00
		56 (100)	16 (100)	13 (100)	6 (100)	
	Persentase (%)	61,54	17,58	14,29	6,59	

^a angka dalam kurung menunjukkan persentase

**Gambar 6.** Distribusi kategori kecepatan gelombang ultrasonik berdasarkan jenis pohon pada hutan tanaman

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan kondisi visual batang pohon peneduh perkotaan sangat bervariasi. Beberapa gejala deteriorasi yang umum dijumpai pada pohon perkotaan adalah lubang terbuka, serangan liana dan epifit, busuk dan matinya kulit kayu (konk dan kanker), serta keropos akibat serangan

rayap. Pohon favorit yang ditanam sebagai pohon peneduh di wilayah kota Bogor dan Jakarta Selatan adalah dari jenis mahoni dan angkana. Pohon peneduh di kota Bogor memiliki kecepatan gelombang ultrasonik di atas 1200 m/det sebanyak 50%, sebaliknya pohon peneduh di wilayah Jakarta selatan sebanyak 50% pohonnya memiliki kecepatan gelombang ultrasonik di bawah 800 m/det. Semakin rendah kecepatan gelombang ultrasonik maka kebugaran dan kesehatan pohonnya semakin rendah. Untuk pohon yang ditanam di kawasan hutan sebanyak 90% pohonnya (jenis akasia, pinus, dan agathis) dalam kondisi sangat sehat dengan nilai kecepatan gelombang ultrasonik di atas 1200 m/det.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad NI, Almuin N, Mohammad F. 2012. Ultrasonic characterization of standing tree. 18th World Conference on Nondestructive Testing. Durban, 16-20 April 2012.
- Chuang ST, Wang SY. 2001. Evaluation of standing trees of Japanese Cedar grown with different spacing using stress wave and ultrasonic-wave methods. *Journal Wood Science* 47: 245-253.
- Hartman JR, Pirone TP, Sall MA. 2000. Pirone's tree maintenance. 7th Edition. New York: Oxford University Press. Inc.
- Karlinsari L, Mardiyanti IL, Nandika D. 2011. Ultrasonic wave propagation characteristics of standing tree in urban area. In: Divoz F (Ed). *Proceeding: The 17th International Nondestructive Testing and Evaluation of Wood Symposium*, Sopron, 14-16 September 2011, pp. 151-157.
- Larsson B, Bengtsson B, Gustafsson M. 2004. Nondestructive detection of decay in living trees. *Tree Physiology* 24: 853-858.
- Najafi SK, Shalbafan A, Ebrahimi G. 2009. Internal decay assessment in standing beech trees using ultrasonic velocity measurement. *European Journal of Forest Research* 128(4): 345-350.
- Radar Bogor. 2011 Januari 13. Hujan, nenek-cucu ditimpa pohon. *Berita*: 1 (kol 1-2).
- Republika. 2012 Januar 8. Bahaya di tengah hijaunya Jakarta. *Berita*: utama (kol 5).
- Sandoz JL, Benoit Y, Demay L. 2000. Standing tree quality assessments using acousto-ultrasonic. *International Symposium on Plant Health in Urban Horticulture, Braunschweig, 22-25 May 2000*, pp. 172-179.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1999. Gaharu. SNI 01-5009.1-1999. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Wang X, Divos F, Pilon C, Brashaw BK, Pellerin RF. 2004. Assessment of decay in standing timber using stress wave timing nondestructive evaluation tools: a guide for use and interpretation. *General Technical Report FPL-GTR-147*. Forest Products Laboratory. Forest Service. United States Department of Agriculture.
- Yamamoto K, Sulaiman O, Hashim R. 1998. Nondestructive detection of heart rot of Acacia mangium trees in Malaysia. *Forest Products Journal* 48(3): 83-86.