

Diameter dan Pertumbuhan Tertunda Berkaitan dengan Kualitas Lahan dan Kompetisi Pohon dalam Sistem Agroforestri di Gunungkidul

GE Sabastian^{1*}, P Kanowski², E Williams² dan JM Roshetko¹

¹World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor, Indonesia

²Australian National University, Canberra, Australia

* Email: g.manurung@cgiar.org

Abstrak

Pemilihan spesies pohon oleh petani di wilayah Gunungkidul terbatas oleh kurangnya informasi manajemen pohon. Makalah ini membantu menginformasikan kepada petani tentang strategi pemilihan tiga spesies kayu-*Tectona grandis*, *Swietenia macrophylla* dan *Acacia auriculiformis*- dalam sistem agroforestri di Gunungkidul melalui (i) pengembangan model prediksi pertumbuhan pohon dari diameter dan usia pohon dan pertumbuhan tertunda dari diameter dan (ii) memperkirakan kontribusi dari indikator kualitas lahan dan Bidang Dasar pohon terhadap diameter pohon dan pertumbuhan tertunda diameter dalam dua kategori usia (≤ 5 tahun dan > 5 tahun). Sebanyak 48 kebun jati (lahan) yang dipilih, yang mewakili tiga kelas lereng dan dua jenis tanah, dengan plot sampel melingkar dari 10 m radius dibentuk di setiap kebun. Model persamaan kuadratik untuk setiap jenis kayu menunjukkan bahwa usia pohon menjelaskan persentase variasi yang tinggi dalam pertumbuhan diameter. Sejumlah indikator dari kualitas lahan dan Bidang Dasar pohon mampu memprediksi penampilan diameter untuk setiap jenis pohon. Hasil ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan dapat menginformasikan kepada petani strategi pemilihan spesies pohon dan manajemen yang diperlukan.

Kata kunci: model pertumbuhan, diameter, pertumbuhan tertunda, kualitas lahan, persaingan pohon

Pendahuluan

Model transisi hutan menggambarkan bahwa sumber daya hutan menurun di bawah berbagai tekanan, penanaman pohon baik spesies lokal dan eksotik dalam berbagai pola mulai mengembalikan tutupan pohon (Meyfroidt dan Lambin 2011). Dalam banyak situasi, jenis pohon eksotik telah diperkenalkan ke sistem agroforestri melalui berbagai proses dan tingkat domestikasi dalam memenuhi beragam kebutuhan petani untuk produk kayu dan non-kayu hutan, air dan perlindungan tanah dan jasa sosial ekonomi (Snelder dan Lasco 2008).

Transisi hutan - melalui penurunan tutupan pohon di lereng bukit - telah berlangsung di Gunungkidul pada periode waktu 1950 – 1960; dimana sekitar 80% (119.151 ha) dari lahan hutan dikonversi menjadi lahan pertanian untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang berkembang. Situasi ini mulai berubah ketika rumah tangga membangun sistem agroforestri di lahan mereka dengan tumpang sari tanaman tahunan dan pohon. Pada tahun 1976, para Reboisasi Nasional dan Program Penghijauan mulai mendukung rehabilitasi lahan pribadi dan memperkenalkan beberapa jenis pohon eksotis, seperti jati (*Tectona grandis*), akasia (*Acacia auriculiformis*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan mete (*Anacardium occidentale*) ke wilayah tersebut (Filius 1997, Nibbering 1999). Sabastian et al. (2014) melaporkan bahwa adopsi teknologi produksi kayu oleh petani di Gunungkidul meningkat apabila memiliki penghasilan lebih banyak dari usahatani maupun non-usahatani dan mengelola lahan yang lebih luas.

Di Gunungkidul, jati, mahoni dan akasia pohon telah ditanam di tanah dengan tingkat kesuburan rendah dan ketebalan sangat dangkal dengan kedalaman bervariasi sekitar 10-30 cm dan pemandangan karst terangkat selama beberapa dekade dan sekarang spesies kayu tersebut dapat beradaptasi dengan baik dengan lingkungan (Enryd 1998). Soerianegara dan Mansuri (1994) melaporkan persentase kelangsungan hidup jati, mahoni dan akasia mencapai 55%, 45% dan 52%. Sunkar (2008) menambahkan bahwa spesies kayu tersebut tahan terhadap kekeringan dan memiliki pertumbuhan yang memuaskan dalam tanah dangkal; dimana beberapa faktor biofisik seperti elevasi, kemiringan, kedalaman tanah efektif, dan karst lanskap berkorelasi positif dan signifikan dengan tingkat ketahanan hidup. Oleh karena itu, untuk mengevaluasi pertumbuhan diameter spesies kayu, Nissen dan Midmore (2002) menyarankan melakukan pengukuran Bidang Dasar pohon sebagai dasar untuk menilai persaingan di antara pohon kayu terhadap nutrisi tanah

dan karakteristik situs lain dalam sistem agroforestri.

Petani di Gunungkidul telah mendomestikasi spesies jati, mahoni dan akasia selama empat dekade terakhir, namun, informasi mengenai pertumbuhan dan persyaratan kualitas lahan untuk tiga spesies tersebut di tingkat petani Gunungkidul masih terbatas. Namun, informasi tersebut dapat digunakan oleh petani dan pengguna lainnya dalam mengembangkan strategi manajemen untuk sistem produksi kayu lebih menguntungkan dan berkelanjutan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki dua tujuan khusus: (i) mengembangkan model prediksi pertumbuhan pohon dari diameter dan usia pohon dan pertumbuhan tertunda dan (ii) memperkirakan kontribusi dari indikator kualitas lahan dan Bidang Dasar pohon terhadap diameter dan pertumbuhan tertunda di dua kategori usia pohon (≤ 5 tahun dan >5 tahun).

Metode Penelitian

Kabupaten Gunungkidul terletak di sebelah tenggara Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa, Indonesia, antara 70 46'- 70 09 'lintang dan 1100 21' - 1100 bujur 50 '. Kabupaten ini memiliki topografi berbukit di zona Baturagung, zona tengah relatif datar dan disebut Wonosari Plateau, sedangkan di zona barat, selatan dan timur disebut zona Gunung Sewu adalah dominan. Lereng mulai dari 2% sampai 40% menempati sekitar 71% dari kabupaten dan sekitar 74% dari Gunungkidul ditutupi oleh pemandangan karst Gunung Sewu dan Wonosari Plateau, didominasi oleh Vertisols. Baturagung terdiri dari jenis tanah Entisol dan Alfisol, berdasarkan klasifikasi tanah USDA. Elevasi bervariasi 0-800 m di atas permukaan laut (Statistik Kabupaten Gunungkidul 2014). Iklim Gunungkidul sangat dipengaruhi oleh basah Northwest monsoon (November-April / Mei) dan Musim Tenggara kemarau (Juni-September / Oktober). Kisaran curah hujan tahunan antara tahun 1500 dan 2000 mm, sedangkan suhu adalah antara 24 dan 26°C (Sudiharjo dan Notohadiprawiro 2006).

Desain penelitian dan prosedur pengambilan sampel

Nested sampling adalah metode yang digunakan untuk memilih lokasi yang mewakili: (1) keberadaan *Tectona grandis*, *Swietenia macrophylla* dan *Acacia auriculiformis*; (2) tiga kelas lereng, yaitu (a) 0-15%; (b) 16-30%; dan (c) $>30\%$; dan (3) dua jenis tanah (Vertisols dan Alfisols).

Petani dipilih dari lima desa dengan dua jenis tanah: empat desa (Giripurwo, Giripanggung, Dadapayu dan Bejiharjo) dengan Vertisol (Grumosol); dan satu desa (Candirejo) dengan Alfisol. Jumlah sampel kebun jati adalah 48, dengan masing-masing 10 m radius lingkaran plot (314 m^2) dibentuk di setiap kebun. Posisi plot melingkar ditentukan dengan mempertimbangkan keterwakilan spesies kayu dan kerapatan pohon. Jumlah kebun jati ditentukan berdasarkan keterwakilan tiga kelas lereng dan dua jenis tanah. Vertisols tersebar luas yang meliputi empat desa sampel, maka jumlah ulangan sampel kebun jati dilakukan sebanyak sembilan hingga 11 kali; sedangkan jenis tanah Alfisol, enam ulangan digunakan untuk masing-masing kelas lereng. Informasi biometrik (spesies, diameter setinggi dada-dbh, usia dan kerapatan pohon serta Bidang Dasar pohon, karakteristik lahan pertanian (kemiringan dan elevasi) dan data sifat-sifat tanah (tekstur liat, pasir, lempung, pH H_2O , C-organik, N, P, K dan kapasitas tukar kation-KTK) dikumpulkan dari plot melingkar. Pohon dbh diukur pada ketinggian 1.3 m dari permukaan tanah, sedangkan usia pohon diprediksi oleh petani. Pengukuran kemiringan lereng menggunakan Klinometer Suunto; sementara pengukuran elevasi lahan menggunakan GPS Garmin. Sampel tanah diambil dari kedalaman 25 cm tanpa seresah di masing-masing plot melingkar; total 5-6 lubang sampel dengan total sekitar satu kilogram yang dikumpulkan sampel tanah mentah diolah dan dianalisis oleh Pusat Penelitian Tanah di Bogor, untuk sembilan parameter, yaitu (i) tanah liat (%); (ii) pasir (%); (iii) lumpur (%); (iv) pH H_2O , (v) C-organik (%); (vi) N (%); (vii) P-tersedia (ppm); (viii) K (ppm); dan (ix) KTK (cmol/kg). Unsur-unsur dari tekstur tanah yang diukur untuk mendapatkan berat jenis tanah (g/cm^3); tekstur tanah dan status hara sampel tanah dinilai dengan menggunakan kriteria Pusat Penelitian Tanah (ISRI 2009). Serangkaian waktu 27 tahun data curah hujan tahunan untuk wilayah diperoleh dari Dinas Pertanian pemerintah kabupaten Gunungkidul.

Analisis data dan pembentukan model

Analisis data dan pembentukan model menempuh dua langkah proses. Pertama, model yang berbeda diuji untuk melihat hubungan diameter (dbh) dengan usia (t) masing-masing jenis pohon (jati, mahoni dan akasia). Menggunakan dbh sebagai variabel dependen dan t sebagai variabel independen, lima model yang diuji: (i) linear ($dbh = a + bt$); (ii) kuadrat ($dbh = at^2 + bt + c$); (iii) logaritmik ($dbh = a + b \log t$), (iv) daya ($dbh = at^b$); dan (v) eksponensial ($dbh = ae^{bt}$). Model kuadrat dipilih untuk digunakan dalam penelitian ini karena menunjukkan kesesuaian paling

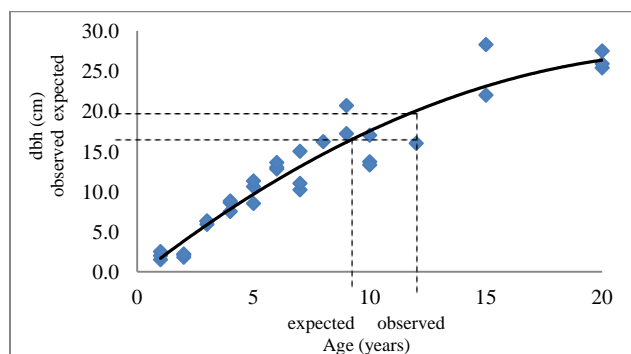
baik dengan nilai R^2 tertinggi. Dalam model kuadratik (Gambar 1), pohon-pohon yang berada di bawah kurva pertumbuhan referensi tumbuh lebih lambat dari rata-rata. Keterlambatan pertumbuhan diameter kemungkinan disebabkan kondisi lokasi, manajemen, plasma nutfah dan kesalahan pengukuran. Selanjutnya, Lusiana dan van Noordwijk (2006) berpendapat bahwa hubungan antara usia sebenarnya dan diharapkan dari individu pohon di dalam pertumbuhan dapat didefinisikan sebagai Growth Retardation Factor (GRF). Secara matematis, GRF didefinisikan sebagai berikut:

$$GRF = \ln \left(\frac{t_{observed}}{t_{expected}} \right) \quad (1)$$

di mana $t_{expected}$ dihitung sebagai:

$$t_{expected} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4a(dbh_{observed} - c)}}{2a} \quad (2)$$

dengan a dan b diturunkan untuk total data yang ditetapkan untuk setiap jenis pohon.



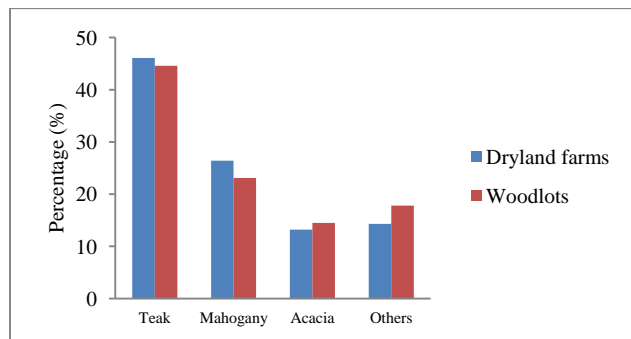
Gambar 1. Fungsi pertumbuhan dalam model kuadratik

Langkah kedua digunakan analisis regresi berganda untuk membangun sebuah model bagi setiap jenis pohon dalam memperkirakan kontribusi kedua variabel situs (elevasi, lereng, bulk density, pH H₂O, C-organik, N, P, K, KTK dan curah hujan tahunan) dan Bidang Dasar pohon pada diameter dan pertumbuhan tertunda. Koefisien standar (β) pada setiap variabel digunakan untuk membandingkan kontribusi setiap variabel terhadap diameter pohon. Data tabular yang dihasilkan mengandung karakteristik lahan dan Bidang Dasar pohon dianalisa dalam program SPSS versi 19 (Pallant 2007). Analisis data dan pembentukan model untuk jati didasarkan pada 46 kebun jati. Namun, analisis data dan pembentukan model untuk spesies mahoni dan akasia didasarkan pada 48 sampel kebun.

Hasil dan Pembahasan

Kerapatan pohon, Bidang Dasar dan spesies di seluruh lanskap pertanian

Total jumlah pohon yang diamati dalam 48 plot melingkar sebanyak 2606, di mana 48% memiliki dbh ≤ 5 cm. Kerapatan pohon dan Bidang Dasar per hektar untuk dua jenis tanah yang berbeda (Vertisols dan Alfisols) adalah 1.839 pohon; 7.7 m² dan 1.670 pohon; 7.3 m²; sedangkan kerapatan pohon dan Bidang Dasar per hektar untuk woodlots dan tegalan (tumpangsari palawija dan jati) adalah 2.154 pohon; 8.7 m² dan 742 pohon; 4.1 m², masing-masing. Rata-rata, enam jenis pohon yang ada di masing-masing plot; komposisi jenis pohon untuk setiap sistem produksi diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi spesies pohon dalam dua tipe kebun

Karakteristik lahan

Rata-rata kondisi tekstur dan kesuburan tanah untuk setiap kebun pada rentang kemiringan lahan yang sama ditunjukkan pada Tabel 1. Secara umum, tekstur tanah bervariasi dari tanah liat untuk lempung liat berpasir di situs di Gunung Sewu, Wonosari Plateau dan Baturagung Mountain Range. Liat mendominasi tekstur tanah Vertisols di Gunung Sewu dan Wonosari Plateau. Namun, tekstur tanah Alfisols dominan di Baturagung adalah lempung liat berpasir dengan kandungan pasir minimal 51%.

Pemodelan pertumbuhan pohon dari diameter dan usia serta pertumbuhan tertunda

Pertumbuhan diameter dalam kaitannya dengan usia setiap individu pohon dipengaruhi oleh karakteristik lahan dan daya saing pohon pada kondisi jarak tanam yang tidak teratur dimodelkan menggunakan persamaan kuadrat pada Tabel 2.

Tabel 1. Tekstur dan tingkat kesuburan tanah di 48 sampel kebun jati

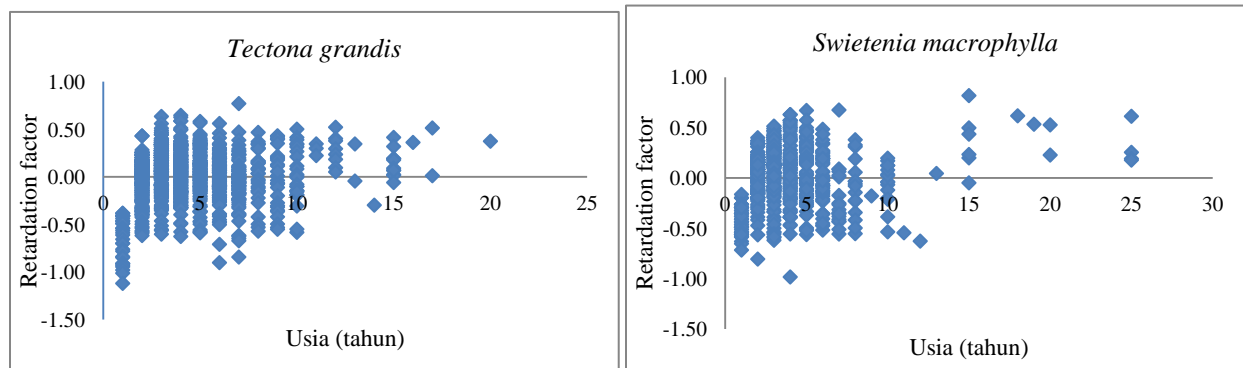
Kebun	Lereng (%)	Tipe tanah (USDA)	Elevasi (m dpl)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	pH H ₂ O	C-organik (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	CEC (cmol/kg)	CH tahunan (mm/year)
1-10	0-15	Vertisols	231	11	23	67	6.6	1.2	0.1	5.2	66.2	26.9	1748
11-21	16-30	Vertisols	257	8	41	51	7.2	0.7	0.1	8.2	82.9	29.6	1834
22-30	30 +	Vertisols	282	14	44	42	6.9	0.6	0.1	12.9	83.2	29.6	2017
31-36	0-15	Alfisols	160	58	19	24	5.6	0.5	0.0	15.7	202.4	41.0	850
37-42	16-30	Alfisols	252	56	22	23	5.2	0.8	0.1	7.6	106.7	32.0	850
43-48	30 +	Alfisols	221	51	22	27	6.0	0.8	0.1	14.2	119.7	35.9	850
Tingkat kesuburan*							Sedikit asam	Rendah	Rendah	Tinggi	Sangat tinggi	Tinggi	

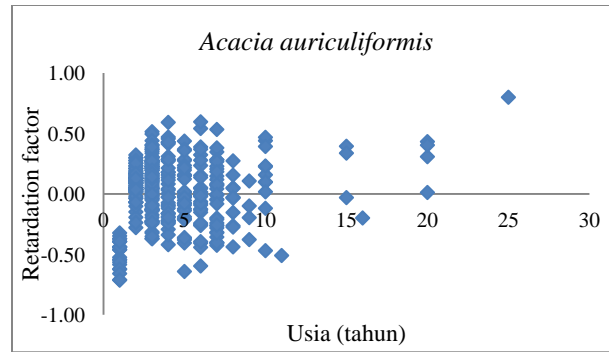
*Sumber: Pusat Penelitian Tanah (2009)

Tabel 2. Model kuadratik pertumbuhan dan rerata MAI-dbh untuk setiap spesies

Spesies	Model kuadratik pertumbuhan	MAI-dbh (cm/tahun)			
		Tahun ≤5	Tahun ≤10	Tahun ≤15	Tahun ≤20
<i>Tectona grandis</i>	$dbh = -0.062t^2 + 2.600t - 2.678$ (Adj.R-sq = 0.80; n = 1,164)	1.75	1.71	1.49	1.23
<i>Swietenia macrophylla</i>	$dbh = -0.046t^2 + 2.562t - 2.457$ (Adj.R-sq = 0.80; n = 655)	1.84	1.86	1.71	1.52
<i>Acacia auriculiformis</i>	$dbh = -0.069t^2 + 3.130t - 3.590$ (Adj.R-sq = 0.84; n = 357)	2.07	2.08	1.86	1.57

Berdasarkan fungsi pertumbuhan referensi di atas, Growth Retardation Factor (GRF) dihitung untuk setiap pohon yang diamati (Gambar 3). Secara umum, distribusi GRF nilai untuk pohon yang lebih besar (> 5 tahun) hanya dalam kisaran ± 1.0 , sedangkan untuk pohon yang lebih muda (≤ 5 tahun) kisaran diperluas hingga ± 1.5 . Hal ini menunjukkan bahwa variasi ukuran diameter antara pohon-pohon muda lebih tinggi dibandingkan dengan yang lebih tua. Lahan terdegradasi dengan pemandangan batu kapur yang dominan dan rendahnya tingkat bahan organik dan nitrogen tanah, seperti kawasan Gunungkidul, ditandai dengan tingkat pertumbuhan yang lebih rendah, terutama pada tegakan muda, seperti ditegaskan oleh nilai-nilai negatif dari GRF.





Gambar 3. Pertumbuhan tertunda (GRF) pada setiap spesies pohon

Kontribusi kualitas lahan dan Bidang Dasar dengan diameter dan pertumbuhan tertunda

Hasil analisis Regresi menggambarkan pengaruh dari serangkaian indikator kualitas lahan dan bidang dasar pohon pada dbh diamati dan pertumbuhan tertunda pohon. Jenis pohon yang berbeda memiliki persyaratan kualitas lahan yang berbeda untuk pertumbuhan (Tabel 3).

Tabel 3. Signifikansi kualitas lahan dan bidang dasar terhadap dbh dan pertumbuhan tertunda

Model	<i>Tectona grandis</i>			<i>Swietenia macrophylla</i>			<i>Acacia auriculiformis</i>		
	dbh ($R^2 = 0.41$)	Tumbuh tertunda (≤ 5 -years) ($R^2 = 0.42$)	Tumbuh tertunda (> 5 -years) ($R^2 = 0.55$)	dbh ($R^2 = 0.46$)	Tumbuh tertunda (≤ 5 -years) ($R^2 = 0.25$)	Tumbuh tertunda (> 5 -years) ($R^2 = 0.23$)	dbh ($R^2 = 0.50$)	Tumbuh tertunda (≤ 5 -years) ($R^2 = 0.54$)	Tumbuh tertunda (> 5 -years) ($R^2 = 0.33$)
Elevasi	-0.158	0.180	0.123	0.333	0.202	-0.037	-0.049	0.442**	0.109
Lereng	0.326*	-0.314*	-0.397**	0.080	0.094	0.090	0.332**	-0.327*	-0.305
Bulk density	-0.251	-0.201	0.124	-0.544**	-0.116	0.020	-0.192	0.112	0.511**
pH H ₂ O	0.122	-0.509**	0.180	0.123	-0.394*	-0.404	-0.070	-0.640**	-0.166
C-organik	-0.427	0.281	1.187	-0.197	-0.954	-0.861	0.958	-1.386*	-0.225
N	0.338	-0.073	-1.176	-0.035	1.258	0.924	-0.874	1.379*	0.264
P	0.240	0.292	0.050	0.063	-0.164	-0.258	0.158	-0.034	0.051
K	-0.184	-0.442**	0.304	0.112	0.013	0.171	0.076	-0.467**	-0.206
CEC	0.017	0.281	-0.635**	0.079	0.118	0.219	-0.445**	0.661**	0.079
CH tahunan	-0.001	-0.126	0.047	-0.157	-0.086	0.701*	-0.332	0.254	0.561*
Bidang dasar	0.543**	0.052	-0.020	0.398**	-0.138	-0.225	0.456**	0.019	0.158

Keterangan: **signifikan tingkat 5% dan *signifikan tingkat 10%

Untuk jati, lima tahun pertama setelah tanam adalah periode pertumbuhan dengan hambatan besar; karena indikator kualitas lahan yang memiliki efek signifikan terhadap penundaan diameter pohon muda (≤ 5 tahun) berjumlah lebih banyak daripada indikator signifikan yang memberikan kontribusi terhadap pohon tua (> 5 tahun) (Tabel 3). Penurunan kalium (K^+) dan lereng lahan dan peningkatan keasaman tanah meningkatkan keterhambatan pertumbuhan diameter dalam lima tahun pertama; sementara itu, penurunan KPK dan lereng lahan menunda

pertumbuhan diameter pohon yang lebih tua. Hasil analisa menunjukkan bahwa peningkatan lereng lahan berimplikasi terhadap peningkatan ukuran diameter pohon. Dalam lanskap karst Gunungkidul, pertumbuhan diameter terbaik jati berada di lereng lebih besar dari 30%. Terlepas dari rendahnya kandungan C-organik dan nitrogen, tingginya kandungan KTK dan kalium (K^+) tanah diikuti oleh keasaman tanah relative rendah (Brown dan Lemon 2014) dalam topografi karst tampaknya telah memenuhi persyaratan pertumbuhan jati. Soerianegara dan Lemmens (1994) menambahkan bahwa pH tanah 6.5-8.0 dengan kalsium (Ca) dan fosfor (P) yang relatif tinggi diperlukan untuk pertumbuhan jati di Jawa, Indonesia. Camino et al. (2002) melaporkan bahwa lahan terbaik untuk jati di Kosta Rika berada di daerah dengan permukaan datar hingga kemiringan sedang di mana kedalaman tanah 90 cm atau lebih. Oleh karena itu, pertumbuhan diameter jati (MAI-dbh = 1.2 cm/tahun) (Tabel 2) di wilayah Gunungkidul masih relatif lebih rendah dibandingkan lahan dengan produktivitas rendah (MAI-dbh <1.5 cm/tahun) di Kosta Rika (Camino et al. 2002).

Shono dan Snook (2006) menemukan diameter MAI pohon mahoni di hutan alam dari Belize dan Meksiko melebihi 1.0 cm/tahun. Soerianegara dan Lemmens (1994) dan Krisnawati et al. (2011) melaporkan bahwa di lokasi perkebunan di Jawa, diameter MAI pohon mahoni mencapai 2.2 cm/tahun. Dalam penanaman skala kecil di wilayah Gunungkidul, tingkat pertumbuhan mahoni mencapai sekitar 30.4 cm dalam 20 tahun (MAI-dbh = 1.5 cm/tahun) (Tabel 2). Mahoni tumbuh terbaik bila ditanam pada lahan datar hingga kemiringan lereng sedang. Namun, kinerja diameter tertunda ketika tingkat keasaman tanah meningkat dalam lima tahun pertama pertumbuhan dan juga tingkat peningkatan curah hujan tahunan di sisa hidup pohon. Menurut Soerianegara dan Lemmens (1994), persyaratan tanah untuk mahoni sebagian besar tidak spesifik.

Di habitat aslinya, akasia sesekali dapat tumbuh hingga diameter 5 cm dalam dua tahun (Pinyopusarerk 2001). Dalam kondisi yang optimal, pertumbuhan diameter spesies ini bisa 15 sampai 20 cm setelah 10 sampai 12 tahun (Soerianegara dan Lemmens 1995). Di lokasi penelitian, pertumbuhan diameter akasia masing-masing adalah 2.4 dan 20.8 cm pada tahun 2 dan 10 (Tabel 2). Dengan demikian, pohon akasia di wilayah Gunungkidul tumbuh lebih lambat di tahun awal dibandingkan dengan tegakan alam. Ada enam indikator memberikan kontribusi penundaan pertumbuhan diameter pohon dalam lima tahun pertama setelah tanam (Tabel 3). Peningkatan elevasi lahan, keasaman tanah dan KTK dan juga pengurangan kalium tanah, C-

organik dan lereng lahan dikaitkan dengan peningkatan hambatan pertumbuhan diameter. Selain itu, kenaikan dari bulk density tanah dan curah hujan tahunan terlibat dengan kenaikan keterbelakangan pertumbuhan diameter pohon yang lebih tua. Menurut Pinyopusarerk (2001) dan Orwa et al. (2009), spesies ini mentolerir berbagai jenis tanah dari lempung berpasir hingga tekstur liat berat. Dalam lokasi penelitian, akasia berkinerja baik pada kemiringan lahan yang lebih tinggi dan dengan konsentrasi KTK tanah yang lebih rendah.

Pertumbuhan pohon sebagian besar dipengaruhi oleh pohon. Dalam penelitian ini, Bidang Dasar pohon berada pada kisaran 7.3-7.7 m² per hektar dan ukuran diameter dari tiga spesies secara signifikan dipengaruhi oleh Bidang Dasar pohon pada jenis tanah berbeda. Peningkatan Bidang Dasar pohon dikaitkan dengan peningkatan diameter spesies sejak Bidang Dasar masih rendah. Ini menunjukkan bahwa tingkat persaingan antar pohon terhadap hara tanah relatif rendah. Kedalaman tanah yang berbeda-beda terkait dengan keberadaan batu kapur yang terangkat mengarahkan petani untuk mengoptimalkan pemanfaatan tanah dangkal dengan kesuburan tanah rendah untuk menanam pohon kayu. Namun, keberadaan batu kapur yang terangkat mendukung efek Bidang Dasar pohon terhadap ukuran diameter (Soerianegara dan Mansuri 1994, Sunkar 2008).

Kemampuan untuk menghubungkan kinerja diameter teramati dan pertumbuhan tertunda berbagai jenis pohon kayu di bawah pengaruh berbagai indikator kualitas lahan dan Bidang Dasar pohon akan sangat berguna ketika memilih jenis pohon untuk skala agroforestri petani kecil di Gunungkidul, dan berimplikasi terhadap pengembangan strategi perkebunan untuk sistem agroforestri yang berkelanjutan di daerah lain. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan dapat memenuhi tujuan yang dimaksudkan dan menginformasikan pilihan petani dan pengembangan strategi manajemen untuk sistem agroforestri penghasil kayu di wilayah Gunungkidul.

Referensi

- BROWN K and LEMON J. 2014. Cations and Cation Exchange Capacity.
<http://www.soilquality.org.au/factsheets/cation-exchange-capacity>
- CAMINO RVDE, ALFARO MM and SAGE LFM. 2002. Teak (*Tectona grandis*) in Central. Forest Plantations Working Papers, Forestry Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, Rome, Italy, FP/19: 3-5

- ENRYD M. 1998. The spatial relationship between physical feature and the utilization of land – A land capability classification within the Regencies of Sleman and Gunung Kidul, Special Province Yogyakarta, Indonesia.
- FILLIUS AM. 1997. Factors changing farmers' willingness to grow trees in Gunungkidul (Java, Indonesia). *Netherlands Journal of Agricultural Science* 45: 329-345
- ISRI. 2009. Technical guide, analysis for soil chemical, plants, water and fertilizers. Indonesian Soil Research Institute 2nd Edition: 211-212, Bogor, Indonesia
- KRISNAWATI H, KALLIO M and KANNINEN M. 2011. *Swietenia macrophylla* King. ecology, silviculture and productivity. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia. Pp. 1-24
- LUSIANA B and VAN NOORDWIJK M. 2006. Tree-site matching analysis in Indonesia and the Philippines. Pp. 17-21 in van Noordwijk M, O'Connor T (Eds.) *Smallholder Agroforestry Options on Degraded Soils*. World Agroforestry Centre, Bogor, Indonesia
- MEYFROIDT P and LAMBIN EF. 2011. Global forest transition: Prospects for an end to deforestation. *Annual Review of Environment and Resources* 36: 343-371
- NIBBERING JW. 1999. Tree planting on deforested farmlands, Sewu Hills, Java, Indonesia. Impact of economic and institutional changes. *Agroforestry Systems* 57: 173-186
- NISSEN TM and MIDMORE DJ. 2002. Stand basal area as an index of tree competitiveness in timber intercropping. *Agroforestry Systems* 54: 51-60
- ORWA C, MUTUA A, KINDT R, JAMNADASS and SIMONS A. 2009. *Acacia auriculiformis*, Australian wattle. Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0, <http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>
- PALLANT J. 2007. SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows Version 15 3rd Edition. Open University Press Milton Keynes, UK, USA
- PINYOPUSARERK K. 2001. *Acacia auriculiformis*: A multipurpose tropical Wattle. Pp. 11-12 in Roshetko JM (Ed.) *Agroforestry species and technologies, A compilation of the highlights and factsheets published by NFTA and FACT Net 1985-1999*, Winrock International and Taiwan Forestry Research Institute, TFRI Extension Series 138
- SABASTIAN G, KANOWSKI P, RACE D, WILLIAMS E and ROSHETKO J. 2014. Household and farm attributes affecting adoption of smallholder timber management practices by tree growers in Gunungkidul region, Indonesia. *Agroforestry Systems* 88(1): 1-14
- SHONO K and SNOOK. 2006. Growth of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in natural forests in Belize. *Journal of Tropical Forest Science* 18(1): 66-73
- SNELDER DJ and LASCO RD. 2008. Smallholder tree growing in South and Southeast Asia. Pp. 11-12 in Snelder DJ and Lasco RD (Eds.) *Smallholder tree growing for rural development and environmental services, Lessons from Asia, Advances in Agroforestry*. Springer 5
- SOERIANEGARA I and LEMMENS RHMJ. 1994. Timber trees: Major commercial timbers. Pp. 442-454 in Soerianegara I and Lemmens RHMJ (Eds.) *Plant Resources of South-East Asia* 5(1), Bogor, Indonesia
- SOERIANEGARA I and LEMMENS RHMJ. 1995. Timber trees: Minor commercial timbers. Pp. 27-38 in Soerianegara I, Lemmens RHMJ and Wong WC (Eds.) *Plant Resources of South-East Asia* 5(2), Bogor, Indonesia
- SOERIANEGARA I and MANSURI. 1994. Factors which determine the success of greening in Gunungkidul, Central Java. *Journal of Tropical Forest Science* 7(1): 64-75

- STATISTICS OF GUNUNGKIDUL REGENCY. 2014. Gunungkidul in Figures 2012 Katalog BPS: 1102001.3403, collaboration between the Regional Development Planning Board of Gunungkidul and Statistics of Gunungkidul regency, Yogyakarta, Indonesia
- SUDIHARJO AM and NOTOHADIPRAWIRO T. 2006. Sekuen produktivitas lahan di wilayah karst Karangasem, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunungkidul. Ilmu Tanah Universitas Gadjah Mada (UGM), Yogyakarta, Indonesia
- SUNKAR A. 2008. Sustainability in karst resources management: the case of the Gunung Sewu in Java. PhD thesis The University of Auckland, New Zealand