

Kajian Arsitektur Pohon dalam Upaya Konservasi Air dan Tanah: Studi Kasus *Altingia excelsa* dan *Schima wallichii* di Taman Nasional G. Gede Pangrango
(Tree Architectural Assessment for the Purpose of Water and Soil Conservation: A Case Study of *Altingia excelsa* and *Schima wallichii* in Mount Gede Pangrango National Park)

Eni Nuraeni¹⁾, Dede Setiadi¹⁾ & Didik Widyatmoko²⁾

¹⁾Laboratorium Ekologi Dasar, Kampus IPB Baranangsiang, Bogor 16144. ²⁾ UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Cibodas – LIPI, Cipanas, Cianjur 43253.

Email: amoeba032000@yahoo.com; didik_widyatmoko@yahoo.com; didik.widyatmoko62@gmail.com

Memasukkan: Agustus 2013, **Diterima:** November 2013

ABSTRACT

Tree architectural model is basically a tree construction as a result of meristematic growth pattern. Tree architecture is closely associated with water and soil components, i.e. rainfall, throughfall, stem flow, infiltration, surface run-off, and erosion. For *Altingia excelsa* (Rasamala) plots, the results showed that the daily average of the rainfall intensity observed was 9.67 mm, stem flow 0.03 mm, canopy throughfall 5.43 mm, infiltration 0.51 ml/mm²/second, surface run-off 3.45 mm, and erosion 5.66 kg/m². For *Schima wallichii* (Puspa), the daily average of rainfall was 9.67 mm, stem flow 0.04 mm, canopy throughfall 4.02 mm, infiltration 0.49 ml/mm²/second, surface run-off 8.18 mm, and erosion 12.71 kg/m². Compared to *A. excelsa*, *S. wallichii* significantly had larger values in some parameters measured, i.e. stem flow, surface run-off, and erosion, indicating that on land slopes of 70% of the Mount Gede Pangrango National Park, individual plants of *S. wallichii* seemed to be well adapted. However, individuals of *A. excelsa* possessed a more spreadly branching model, larger vertical width, denser canopy, and skewed bark channels capable for slowing down the stem flow and canopy throughfall. Consequently plants of *A. excelsa* would generally be able to hold and conserve water and soil better than *S. wallichii* plants.

Keywords: Tree architectural model, stem flow, throughfall, surface run-off, infiltration, erosion

ABSTRAK

Model arsitektur pohon pada dasarnya merupakan struktur atau konstruksi pohon sebagai hasil dari pertumbuhan meristematik. Arsitektur pohon sangat berkaitan dengan faktor-faktor air dan tanah, termasuk curah hujan, air curahan tajuk, aliran batang, infiltrasi, aliran permukaan dan erosi. Pada plot-plot *Altingia excelsa* (Rasamala), hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan harian tercatat 9,67 mm, aliran batang 0,03 mm, curahan tajuk 5,43 mm, infiltrasi 0,51 ml/mm²/detik, aliran permukaan 3,45 mm, dan erosi 5,66 kg/m². Pada plot-plot *Schima wallichii* (Puspa), rata-rata curah hujan harian tercatat 9,67 mm, aliran batang 0,04 mm, curahan tajuk 4,02 mm, infiltrasi 0,49 ml/mm²/detik, aliran permukaan 8,18 mm, dan erosi 12,71 kg/m². Dibandingkan dengan *A. excelsa*, *S. wallichii* memiliki beberapa nilai lebih tinggi pada beberapa parameter yang diukur, meliputi aliran batang, aliran permukaan, dan tingkat erosi, mengindikasikan bahwa pohon-pohon tumbuhan ini dapat beradaptasi dengan baik pada lahan-lahan dengan kemiringan 70% di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Tetapi, pohon-pohon *A. excelsa* mempunyai model percabangan yang lebih menyebar (luas), tajuk yang lebih tinggi dan lebar, kanopi yang lebih rapat, dan alur-alur kulit batang menyemping, sehingga mampu memperlambat kecepatan aliran batang dan air curahan tajuk. Implikasinya pohon-pohon *A. excelsa* mampu menahan dan mengkonservasi air dan tanah lebih baik daripada pohon-pohon *S. wallichii*.

Kata Kunci: Model arsitektur pohon, aliran batang, curahan tajuk, aliran permukaan, erosi

PENDAHULUAN

Peristiwa-peristiwa alam yang ekstrim, seperti perubahan iklim, banjir, kekeringan panjang dan kebakaran hutan terjadi silih berganti. Desakan pemenuhan kebutuhan manusia dalam bentuk penggunaan lahan terjadi secara intensif dan masif, terutama untuk tujuan-tujuan ekstraksi. Manusia akan menemui kesulitan besar dalam memenuhi kebutuhan lahan untuk tempat tinggal dan produksi bahan pangan dan papan jika hal ini terus berlanjut. Dampak lanjutan dari lahan terdegradasi juga semakin mengkhawatirkan, seperti rusaknya siklus hidrologi dan hilangnya sumber air. World Bank (2007) memprediksi bahwa perubahan iklim di kawasan Indonesia telah mengakibatkan peningkatan curah hujan sampai 3%, sehingga dapat meningkatkan resiko terjadinya bencana banjir dan tanah longsor.

Sekitar 83% dari 141 daerah aliran sungai (DAS) di P. Jawa kondisinya telah rusak (Dephut 2008), termasuk DAS Prioritas I Jawa Barat, yaitu Citarum, Ciliwung dan Cisadane. Keberadaan DAS ini sangat vital karena selain mempunyai fungsi perlindungan terhadap ekosistem-ekosistem di sekitarnya juga merupakan kawasan tangkapan air utama di Jawa Barat serta pusat pertumbuhan ekonomi, sumber energi, aset pendidikan dan wisata, serta sebagai penyangga wilayah Jakarta. Luas total lahan terdegradasi serius di DAS Citarum, Ciliwung dan Cisadane telah mencapai 127.977 hektar atau 17% dari luas total tiga DAS tersebut (Simamora 2007). Merujuk Undang-Undang RI Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, pasal 17 ayat 5, bahwa dalam rangka pelestarian lingkungan, maka 30% dari luas DAS harus ditetapkan sebagai kawasan hutan atau menjadi kawasan hijau yang berfungsi sebagai lahan konservasi air dan tanah, sehingga mampu mengurangi laju erosi banjir, tanah longsor dan sedimentasi.

Untuk mendukung usaha konservasi ini perlu dilakukan studi ilmiah dan analisis model arsitektur pohon dari berbagai spesies sehingga dapat ditentukan spesies pohon prioritas untuk

program-program restorasi lahan, terutama spesies-spesies asli di kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (TNGGP). *Altingia excelsa* Noronha (Rasamala) dan *Schima wallichii* (DC.) Korth. (Puspa) merupakan representasi spesies-spesies asli bernilai konservasi dan ekonomi yang tinggi. Kedua spesies ini telah terbukti dapat beradaptasi dengan baik di ekosistem alami TNGGP karena telah melalui proses evolusi yang panjang serta bukan merupakan spesies invasif (Agus *et al.* 2002). Dalam penelitian ini, karakteristik dan fungsi dari arsitektur pohon *A. excelsa* dan *S. wallichii* (model Rauh) dikaji dan dianalisis dalam upaya pencegahan erosi.

Tujuan spesifik penelitian ini adalah untuk mengkuantifikasi besaran aliran batang, curahan tajuk, infiltrasi, aliran permukaan, dan tingkat erosi pada tanah di bawah tumbuhan *A. excelsa* dan *S. wallichii* (arsitektur pohon model Rauh); menganalisis korelasi antar parameter konservasi air dan tanah pada plot-plot percobaan; dan mengidentifikasi faktor-faktor yang menentukan kemampuan tumbuhan *A. excelsa* dan *S. wallichii* dalam mengkonservasi air dan tanah.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan basis ilmiah mengenai pengaruh dan efektivitas tumbuhan *A. excelsa* dan *S. wallichii* (memiliki arsitektur pohon model Rauh) terhadap upaya konservasi air dan tanah pada lahan terdegradasi di ekosistem hulu DAS Cisadane (Bodogol-TNGGP) dalam rangka mengatasi bahaya erosi dan banjir.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian dilakukan di kawasan hutan TNGGP di Resort Bodogol, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Kawasan ini merupakan bagian hulu dari DAS Cisadane. Penelitian dilakukan pada musim hujan agar semua parameter yang dikaji dapat diukur, yaitu dari awal September 2010 sampai dengan akhir Maret 2011.

Bahan penelitian menggunakan tumbuhan asli (*native*) hutan TNGGP, yaitu *Altingia excelsa*

(Rasamala) dan *Schima wallichii* (Puspa). Spesies-spesies asli ini dipilih karena telah terbukti dapat beradaptasi dengan baik dengan ekosistem alami dan telah melalui proses adaptasi dan evolusi yang panjang serta bukan merupakan spesies invasif (Agus *et al.* 2002; Utami 2011).

Data-data diambil dari individu pohon *A. excelsa* dan *S. wallichii* dewasa, sehat, dengan perawakan dan percabangan yang utuh. Diameter batang rata-rata *S. wallichii* lebih besar daripada *A. excelsa*. Tekstur kulit batang *A. excelsa* beralur ke samping, sedangkan kulit batang *S. wallichii* beralur vertikal membentuk kanal-kanal lurus. Tumbuhan *S. wallichii* memiliki batang lebih lurus, percabangan lebih tegak, dan rata-rata batang lebih tinggi daripada tumbuhan *A. excelsa*. Sebaliknya *A. excelsa* memiliki rata-rata tajuk yang lebih lebar daripada *S. wallichii*. Rata-rata ketebalan tajuk *A. excelsa* juga lebih besar daripada *S. wallichii*. Daerah di bawah dan sekitar pohon yang diteliti dibersihkan dari semua serasah dan vegetasi yang tumbuh, kemudian dilakukan pengukuran terhadap beberapa parameter:

Curah hujan harian diukur dengan penakar hujan (ombrometer) yang terbuat dari corong plastik dan jerigen plastik berukuran 20 liter dan diletakkan di tempat terbuka terdekat dari pohon-pohon yang diteliti.

Pengukuran aliran batang dilakukan dengan cara menampung air yang mengalir pada batang. Penampungan dilakukan dengan cara melingkarkan selang di sekeliling permukaan batang pohon dengan salah satu ujung selang diletakkan lebih rendah, kemudian air yang mengalir ditampung dengan menggunakan jerigen penampungan (Fellizer 1976; Manokaran 1979; Kaimuddin 1994). Aliran batang diukur pada 2 individu pohon agar mendapat nilai ulangan untuk setiap spesiesnya. Perhitungan aliran batang menggunakan formula Kaimuddin (1994):

$$Sfi = Vi/Li \text{ cm} = Vi/Li \times 10$$

di mana:

Sfi = Tinggi aliran batang ke-i (mm),

Vi = Volume aliran batang ke-i (mm³), dan

Li = Luas tajuk pohon ke-i (mm²).

Air curahan dari tajuk ditampung dengan lembaran plastik yang diberi kerangka kayu dengan luas penampung 1m x 1m, kemudian ditempatkan di bawah tajuk pohon yang diteliti (Parker 1983; Kaimuddin 1994). Jumlah pohon yang diukur yaitu 2 pohon untuk setiap spesies yang dikaji. Volume air curahan tajuk dihitung berdasarkan formula yang digunakan Kaimuddin (1994):

$$Tfi = Vi/Li \times 10$$

di mana:

Tfi = Tinggi curahan tajuk ke i (mm),

Vi = Volume curah hujan ke i (mm³), dan

Li = Luas penampungan ke-i (mm²)

Laju infiltrasi diukur dengan menggunakan paralon berdiameter 8 cm dengan tinggi 50 cm. Data infiltrasi terukur yaitu berupa laju infiltrasi air ke dalam tanah per satuan waktu (ml/mm²/detik). Laju infiltrasi diukur dengan menghitung laju penyerapan atau habisnya air dalam pipa infiltrasi ke dalam tanah dengan menggunakan *stop watch*, mengikuti Setiadi (1998).

Pengamatan aliran permukaan dan erosi akibat dari suatu kejadian hujan dilakukan dengan menggunakan plot erosi yang terbuat dari bahan karpet tidak tembus air. Plot erosi berukuran 8m x 4m, diletakkan rapat di atas tanah, dan dipasang memanjang dari atas ke bawah lereng lahan. Jumlah plot erosi adalah 2 buah untuk setiap sampel spesies tumbuhan, dengan demikian jumlah seluruh plot adalah 4 plot erosi. Kemiringan tanah diukur dengan Clinometer Suunto. Pada bagian ujung bawah plot erosi dibuat penampungan aliran permukaan dan erosi dari drum yang berkedudukan rata dengan tanah. Drum yang digunakan berukuran 100 liter dengan diameter 50 cm terbuat dari besi sebanyak 1 buah dan drum plastik berukuran 100 liter sebanyak 1 buah. Drum I dipasang untuk

menampung aliran permukaan dan erosi langsung dari plot erosi yang bagian atasnya dilubangi sebanyak 5 buah. Lubang pembagi ini berfungsi untuk menghitung banyaknya air yang keluar bila terjadi luapan. Masing-masing lubang berdiameter 1 cm, berkedudukan rata dan berjarak 2 cm satu sama lain. Drum II dipasang untuk menampung luapan yang terjadi pada salah satu lubang pembagi dari drum I dengan menghubungkannya dengan selang plastik. Jumlah total volume luapan adalah 5 x volume drum II. Semua drum diberi penutup untuk menghindari masuknya air secara langsung dari atas. Pengamatan curah hujan, aliran batang, curahan tajuk, aliran permukaan, infiltrasi dan erosi dilakukan pada pagi hari (07.00-09.00 WIB) selama 30 kali kejadian hujan. Banyaknya aliran permukaan yang tertampung pada setiap plot erosi dihitung dengan menggunakan formula Santosa (1985) sebagai berikut:

$$V_{ap} = V_1 + 5V_2$$

di mana:

V_{ap} = Volume total aliran permukaan (mm^3);

V_1 = Volume aliran permukaan pada drum I (mm^3);
dan

V_2 = Volume aliran permukaan pada drum II (mm^3).

Ukuran plot erosi ditentukan oleh spesies tumbuhan yang dikaji dan keadaan lereng (Rutter *et al.* 1971; Gash & Morto 1978; Ginting & Putuhena 2005). Plot erosi yang sesuai untuk pohon umumnya berukuran 20 m x 2,4 m (Djorovie 1977) namun *US Soil Conservation Service* menggunakan plot erosi dengan ukuran 22 m x 1,8 m (Lassen *et al.* 1952).

Penentuan berat tanah tererosi dilakukan dengan cara mengambil contoh air dari setiap drum, yaitu drum I dan drum II masing-masing sebanyak 1 liter untuk setiap plot erosi. Agar mendapat hasil yang baik, terlebih dahulu dilakukan pengadukan hingga homogen. Setelah itu sampel air tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring yang sudah diketahui berat keringnya.

Selanjutnya kertas saring dan endapannya dikeringkan dalam oven pada temperatur $105^{\circ}C$ sampai beratnya konstan, kemudian dilakukan penimbangan. Untuk menghitung berat tanah yang tererosi digunakan persamaan yang digunakan Santosa (1985):

$$W_{tc} = W_1 + W_2$$

$$W_1 \text{ dan } W_2 = (V_d / V_s) \times (W_{ksc} - W_{ks})$$

di mana:

W_{tc} = Berat tanah dalam drum I dan drum II (g);

V_d = Volume air (mm^3);

V_s = Volume air yang tersaring (mm^3);

W_{ksc} = Berat kertas saring beserta endapan (g); dan

W_{ks} = Berat kertas saring (g)

Untuk menginterpretasikan hubungan hasil pengukuran dari setiap variabel yang diukur, dilakukan analisis komponen utama (*Principal Component Analysis*). Analisis komponen utama merupakan teknik statistik untuk mengubah sebagian besar variabel asli yang digunakan (yang saling berkorelasi antara satu dengan lainnya) menjadi satu set variabel baru yang lebih kecil dan saling bebas (tidak saling berkorelasi lagi). Prinsipnya analisis komponen utama berguna untuk mereduksi data, sehingga data lebih mudah untuk diinterpretasikan dan diketahui komponen yang paling signifikan (Supranto 2004). Korelasi antar komponen dianalisis sesuai dengan Budiono & Koster (2002).

HASIL

Hasil pengamatan terhadap model arsitektur pohon Rauh pada dua spesies tumbuhan yang berbeda, yaitu *Altingia excelsa* (Rasamala) dan *Schima wallichii* (Puspa), untuk setiap parameter konservasi tanah dan air yang diukur, meliputi curah hujan, aliran batang, curahan tajuk, infiltrasi, aliran permukaan, dan erosi disajikan pada Tabel 1. Pengamatan dilakukan dari September 2010 sampai Maret 2011, dilakukan 30 kali pengamatan untuk

Tabel 1. Pengukuran parameter konservasi air dan tanah pada *A. excelsa* dan *S. wallichii* di hutan Bodogol Taman Nasional Gunung Gede Pangrango.

| No | Spesies | Parameter | | | | | | | | | | | |
|----|---------------------------------------|------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------------------------|------|-----------------------|------|----------------------------|-------|
| | | Curah Hujan (mm) | | Aliran Batang (mm) | | Curahan Tajuk (mm) | | Infiltrasi (ml/mm ² /det) | | Aliran Permukaan (mm) | | Erosi (Kg/m ²) | |
| | | T | M | T | M | T | M | T | M | T | M | T | M |
| 1 | <i>Altingia excelsa</i> (Rasamala) | 290,11 | 9,67 | 1,02 | 0,03 | 162,79 | 5,43 | 15,16 | 0,51 | 103,63 | 3,45 | 169,91 | 5,66 |
| 2 | <i>Schima wallichii</i> (Puspa) | 290,11 | 9,67 | 1,26 | 0,04 | 120,60 | 4,02 | 14,81 | 0,49 | 245,25 | 8,18 | 381,27 | 12,71 |

Keterangan: T = Total; M = Rata-rata harian

setiap parameter pada dua spesies tumbuhan yang dikaji, dan berlokasi pada lahan dengan kemiringan 70%. Pada masing-masing plot percobaan dilakukan pengulangan sebanyak dua kali pada setiap pengamatan, kecuali untuk curah hujan yang dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

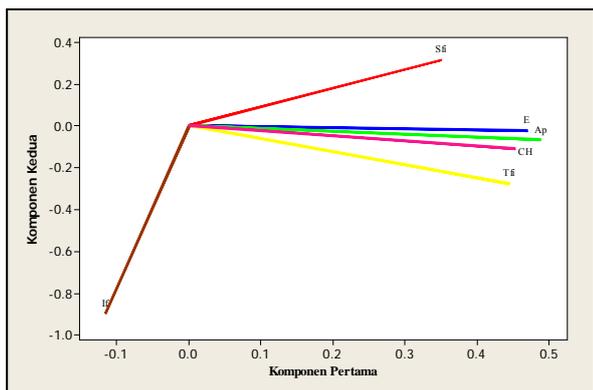
Pengamatan Curah hujan dilakukan pada tempat terbuka yang berdekatan dengan plot sampel penelitian. Curah hujan memiliki nilai yang bervariasi, dengan rata-rata harian sebesar 9,67 mm (4,3 mm-41.4 mm). Total nilai curah hujan selama 30 kali pengamatan yaitu 290.11 mm (Tabel 1). Nilai rata-rata harian maupun total aliran batang pada *A. excelsa* lebih rendah daripada *S. wallichii*. Perbedaan-perbedaan ini akan digunakan untuk menjelaskan apakah kedua tumbuhan memang memiliki karakteristik batang yang berbeda, sehingga mempengaruhi kemampuan batang dalam menyerap air. Dalam kaitannya dengan parameter infiltrasi, hasil analisis contoh tanah yang dilakukan di Laboratorium Balai Penelitian Tanah Bogor menunjukkan bahwa tekstur tanah pada area penelitian di Bodogol ini 49% bersifat liat, 39% debu, dan 12% pasir. Besarnya erosi pada plot dengan tegakan *A. excelsa* yaitu rata-rata 5,66 kg/m²/hari dengan total 169,91 kg/m²/bulan atau 1,23 ton/ha/tahun (estimasi), sedangkan pada plot tegakan tumbuhan *S. wallichii* yaitu rata-rata 12,71 kg/m²/hari dengan total 381,27 kg/m²/bulan atau dengan estimasi 2,76 ton/ha/tahun.

Hubungan Curah Hujan, Aliran Batang, Curahan Tajuk, Infiltrasi dan Aliran Permukaan terhadap Erosi

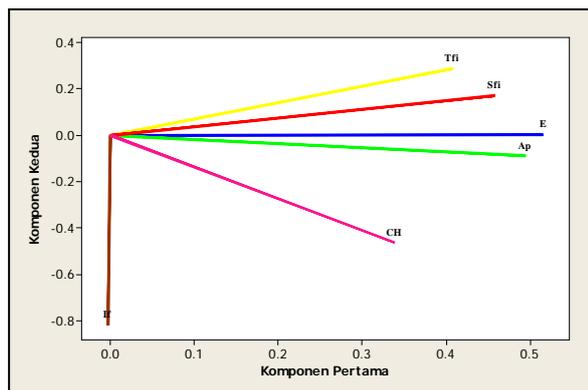
Hasil pengukuran untuk setiap parameter konservasi air dan tanah disajikan pada Gambar 1 (*A. excelsa*) dan Gambar 2 (*S. wallichii*) dengan menggunakan analisis komponen utama (PCA). PCA digunakan untuk menentukan parameter yang paling berpengaruh, ditinjau dari besarnya sudut yang terbentuk antar parameter yang diuji. Semakin kecil (lancip) sudut yang terbentuk antar parameter yang diuji maka semakin besar korelasinya. Untuk mengetahui nilai korelasi antar parameter dilakukan penghitungan koefisien korelasi yang hasilnya disajikan pada Tabel 2 untuk *A. excelsa* dan pada Tabel 3 untuk *S. wallichii*.

PEMBAHASAN

Secara umum semakin besar diameter pohon akan semakin besar pula aliran batangnya. Diameter batang rata-rata *S. wallichii* (100 cm) lebih besar daripada *A. excelsa* (80 cm). Tekstur kulit batang *A. excelsa* yaitu beralur ke samping, sedangkan pada kulit batang *S. wallichii* beralur lurus ke bawah (vertikal) membentuk kanal-kanal. Dengan demikian air yang mengalir pada batang *S. wallichii* akan lebih cepat jatuh ke tanah daripada air yang mengalir pada batang *A. excelsa*. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa aliran batang pada *S.*



Gambar 1. Interaksi antara parameter-parameter curah hujan (CH), tinggi aliran batang (Sfi), tinggi curahan tajuk (Tfi), aliran permukaan (Ap), infiltrasi (If) dengan erosi (E) pada spesies *Altingia excelsa* (arsitektur pohon model Rauh), pada kemiringan lahan 70% di hutan Bodogol TN Gunung Gede Pangrango.



Gambar 2. Interaksi antara parameter-parameter curah hujan (CH), tinggi aliran batang (Sfi), tinggi curahan tajuk (Tfi), aliran permukaan (Ap), infiltrasi (If) dengan erosi (E) pada spesies *Schima wallichii* (arsitektur pohon model Rauh) pada kemiringan lahan 70% di hutan Bodogol TN Gunung Gede Pangrango.

Tabel 2. Matriks korelasi antar parameter konservasi air dan tanah pada tumbuhan *A. excelsa* di hutan Bodogol Taman Nasional Gunung Gede Pangrango (tanda * menunjukkan korelasi yang signifikan).

| Parameter konservasi air & tanah | Curah hujan | Aliran batang | Curahan tajuk | Infiltrasi | Aliran permukaan |
|----------------------------------|-------------|---------------|---------------|------------|------------------|
| Aliran batang | 0,51 | | | | |
| Curahan tajuk | 0,82* | 0,40 | | | |
| Infiltrasi | -0,16 | -0,26 | -0,03 | | |
| Aliran permukaan | 0,78* | 0,60 | 0,81* | -0,15 | |
| Erosi | 0,71 | 0,59 | 0,73 | -0,17 | 0,98* |

Tabel 3. Matriks korelasi antar parameter konservasi air dan tanah terhadap erosi pada tumbuhan *S. wallichii* di hutan Bodogol Taman Nasional Gunung Gede Pangrango.

| Parameter konservasi air dan tanah | Curah hujan | Aliran batang | Curahan tajuk | Infiltrasi | Aliran permukaan |
|------------------------------------|-------------|---------------|---------------|------------|------------------|
| Aliran batang | 0,43 | | | | |
| Curahan tajuk | 0,23 | 0,65 | | | |
| Infiltrasi | 0,24 | -0,13 | -0,13 | | |
| Aliran permukaan | 0,51 | 0,61 | 0,57 | -0,07 | |
| Erosi | 0,50 | 0,74 | 0,61 | -0,02 | 0,96 |

wallichii lebih besar daripada aliran batang *A. excelsa*. Aliran batang akan lebih cepat (besar) pada tumbuhan yang memiliki percabangan tegak, batang lurus dengan kulit batang licin. Tumbuhan *S. wallichii* memiliki percabangan lebih tegak dan lebih tinggi daripada tumbuhan *A. excelsa*.

Besaran curahan tajuk pada tumbuhan berhubungan erat dengan tebalnya lapisan dan lebarnya tajuk yang membentuk tegakan (Halle *et al.* 1978; Shukla & Ramakrishnan 1986), serta suhu dan kecepatan angin (Lutz & Chandler 1965; Zinke 1967; Halle *et al.* 1978). Dari lima pohon sampel yang diukur, *A. excelsa* memiliki rata-rata lebar tajuk 5,22 m sedangkan *S. wallichii* 3,67 m. Rata-rata ketebalan tajuk *A. excelsa* (5,97 m) juga lebih besar daripada *S. wallichii* (4,77 m). Dengan demikian tumbuhan *S. wallichii* memiliki curahan tajuk yang lebih kecil daripada *A. excelsa*. Terdapat korelasi positif antara tata letak daun dengan besarnya curahan tajuk. Walaupun kedua spesies memiliki tata letak daun berpola spiral, tetapi mempunyai deret fibonasi dan sudut divergensi yang berbeda. Deret fibonasi *A. excelsa* adalah 1/3 sedangkan *S. wallichii* 2/5 sementara sudut divergensi *A. excelsa* adalah 120° sedangkan *S. wallichii* 90°. Semakin rapat tata letak daun maka semakin kecil nilai deret fibonasinya. Berdasarkan pada tata letak daun dan sudut divergensinya, *A. excelsa* memiliki daun yang lebih rapat (dengan deret fibonasi lebih kecil) daripada *S. wallichii*. Curahan tajuk bukan hanya merupakan peristiwa turunnya air hujan melalui tajuk tumbuhan. Air yang mengalir melalui tajuk dapat mencuci unsur hara yang ada di permukaan daun dan berperan dalam peredaran unsur hara. Hasil penelitian Fermanto (2000) di hutan Gunung Walat DAS Cipeureu Sukabumi menunjukkan bahwa curahan tajuk pada *S. wallichii* menyumbang unsur hara sekitar 7,73 kg/ha/tahun, meliputi N, K, P, Ca, dan Mg.

Infiltrasi dipengaruhi oleh sifat-sifat tanah, termasuk struktur, tekstur dan kandungan air tanah pada saat proses infiltrasi terjadi (Hudson 1979; Aththorick 2000; Suripin. 2001; Arsyad 2006;

Kodoatie & Sjarief 2008). Tekstur tanah pada area penelitian didominasi oleh formasi liat (mencapai hampir 50%) dan ini menunjukkan bahwa kemampuan tanah untuk menyerap air sangat rendah, karena tanah dengan kandungan liat yang tinggi dapat tersuspensi oleh tumbukan butir-butir hujan yang menyimpannya, sehingga air akan lebih banyak mengalir pada permukaan daripada meresap ke dalam tanah, dan akhirnya menyebabkan erosi. Berdasarkan pada nilai infiltrasinya, tanah di daerah Bodogol TNGGP memiliki daya serap air yang rendah, terutama pada lahan-lahan yang miring dan curam, dan ini sangat berpotensi menyebabkan erosi ketika terjadi hujan. Keberadaan spesies-spesies pohon dengan karakteristik biologi dan ekologi yang tepat (terutama ketebalan lapisan dan lebar tajuk) dapat mencegah terjadinya erosi tersebut, sekaligus mengkonservasi air dan tanah secara efektif.

Besarnya aliran permukaan sangat mempengaruhi tingkat erosi (Lassen *et al.* 1952; Monteith 1976; Santosa 1985; Ngaloken & Semadi 1996; Hanafi 2000; Arsyad 2006). Berdasarkan hasil pengukuran aliran permukaan dan erosi, maka dapat diketahui bahwa erosi yang terjadi pada plot tegakan *S. wallichii* lebih besar daripada di plot tegakan *A. excelsa*. Hal ini menunjukkan bahwa *A. excelsa* mampu mengkonservasi tanah dan air dengan lebih baik, karena spesies ini dapat menahan tanah untuk tidak terbawa air lebih banyak karena memiliki kanopi yang rapat, lapisan tajuk yang tebal dan lebar, serta struktur alur-alur batang yang menyamping sehingga air lebih lama tertahan pada batang. Peristiwa aliran permukaan bukan hanya merupakan proses mengalirnya air di permukaan tanah, tetapi juga merupakan proses pencucian unsur hara pada lapisan atas tanah (terutama *top soil*). Hasil penelitian Hanafi (2000) di hutan Gunung Walat DAS Cipeureu Sukabumi menunjukkan bahwa unsur hara yang tercuci di bawah tegakan *S. wallichii* karena aliran permukaan sekitar 8,84 gr/ha/bulan, meliputi unsur-unsur N, Ca, K, Mg dan P. Semakin kuat tumbuhan

menyerap air permukaan, maka semakin sedikit hara hilang dari tanah.

Hubungan curah hujan, aliran batang, curahan tajuk, infiltrasi dan aliran permukaan terhadap erosi di bawah pohon *A. excelsa*

Gambar 1 memperlihatkan korelasi sangat erat antara parameter curah hujan dengan aliran permukaan dan erosi. Kenaikan curah hujan mengakibatkan kenaikan aliran permukaan secara signifikan pada plot percobaan *A. excelsa*. Hal ini dibuktikan dengan nilai koefisien korelasi yang tinggi (0,78) antara curah hujan dengan aliran permukaan (Tabel 2). Aliran permukaan merupakan parameter konservasi air dan tanah yang paling berpengaruh terhadap erosi, sebagaimana ditunjukkan oleh sudut lancip yang terbentuk antara kedua parameter ini (Gambar 1) dengan nilai korelasi 0,98 pada $\alpha = 0,05$ (Tabel 2). Semakin lancip (kecil) sudut yang terbentuk, maka semakin besar korelasi antar parameternya. Tinggi aliran batang nampak hanya mempunyai pengaruh kecil terhadap terjadinya erosi (Gambar 1). Aliran permukaan juga berkorelasi cukup erat dengan curahan tajuk dan aliran batang. Artinya, bila air hujan yang jatuh ke permukaan tanah (berasal dari tajuk dan batang) makin besar, maka aliran air pada permukaan tanah juga akan makin besar.

Parameter yang memiliki korelasi negatif dengan erosi yaitu infiltrasi. Ini mengindikasikan bahwa semakin besar kapasitas infiltrasi maka akan semakin kecil kemungkinan terjadinya erosi. Nilai infiltrasi yang rendah (0,17) menunjukkan bahwa tanah pada plot *A. excelsa* memiliki kemampuan menyerap air yang sangat rendah, karena didominasi formasi liat. Dengan demikian air hujan lebih banyak mengalir di permukaan daripada terserap ke dalam tanah.

Hubungan curah hujan, aliran batang, curahan tajuk, infiltrasi dan aliran permukaan terhadap erosi di bawah pohon *S. wallichii*

Gambar 2 memperlihatkan bahwa karakteristik spesies tumbuhan *S. wallichii* berbeda dengan *A.*

excelsa dalam beberapa parameter yang diuji, walaupun kedua spesies memiliki model arsitektur pohon yang sama. Aliran permukaan pada *S. wallichii* memiliki korelasi paling erat dengan erosi (nilai koefisien korelasi 0,96 pada $\alpha = 0,05$). Dibandingkan dengan *A. excelsa*, curahan tajuk pada *S. wallichii* memiliki korelasi yang lebih rendah dengan erosi. Hal ini karena jumlah cabang dan luas tajuk pohon *A. excelsa* jauh lebih banyak (besar) daripada jumlah cabang dan luas tajuk *S. wallichii*. Dengan demikian air hujan yang tertampung atau tertahan pada tumbuhan *A. excelsa* lebih banyak. Sama seperti *A. excelsa*, plot pada tumbuhan *S. wallichii* juga memiliki kapasitas infiltrasi yang rendah, sehingga nilai erosinya cenderung besar. Parameter infiltrasi nampak sangat kecil nilainya dalam mengurangi erosi di lokasi penelitian. Hal ini ditunjukkan oleh nilai korelasi antar kedua parameter yang sangat kecil, yaitu -0,02 ($\alpha = 0,05$).

KESIMPULAN

Walaupun kedua spesies tumbuhan (*A. excelsa* dan *S. wallichii*) memiliki model arsitektur pohon yang sama (model Rauh), tetapi ternyata memiliki pengaruh dan kemampuan yang berbeda dalam mengkonservasi air dan tanah. Secara umum, *A. excelsa* memiliki kemampuan mencegah erosi dan mengkonservasi air dan tanah yang lebih baik dari pada *S. wallichii*. Hal ini terutama didukung oleh karakteristik (morfologi) tekstur kulit batang yang beralur ke samping serta struktur kanopi yang lebar dan cukup padat pada *A. excelsa*. Sebaliknya pola kulit batang *S. wallichii* berupa kanal-kanal lurus ke bawah yang mengakibatkan air dengan cepat meluncur ke bawah (tanpa hambatan) dan dengan tata letak daun yang relatif lebih jarang sehingga intersepsi lebih kecil. Data-data penelitian ini menunjukkan bahwa *A. excelsa* merupakan salah satu spesies tumbuhan lokal yang sesuai untuk merehabilitasi dan merestorasi lahan-lahan hulu yang terdegradasi, sehingga dapat berfungsi lagi sebagai kawasan penyangga dan resapan air untuk daerah-daerah hilirnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perakayasa Kementerian Riset dan Teknologi tahun anggaran 2009-2010.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, AP. & DF. Djaman. 2002. *Informasi Singkat Benih Altingia excelsa* Noronha. Indonesia Forest Seed Project. Bandung.
- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press. Bogor.
- Aththorick, TA. 2000. Pengaruh Arsitektur Pohon Model Massart dan Rauh terhadap Aliran Batang, Curahan Tajuk, Aliran Permukaan dan Erosi di Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Budiono & IW. Koste. 2002. *Teori dan Aplikasi Statistika dan Probabilitas*. PT. Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Departemen Kehutanan (Dephut). 2008. Metode Pemilihan Lokasi. Dalam: Program Jasa Lingkungan Departemen Kehutanan. *Development Pathways*. USAID. Jakarta.
- Djorovie, M. 1977. *Guidelines for Watershed Management*. FAO Conservation Guide. Forestry Department. Roma.
- Fellizer, FP. 1976. Stemflow characteristics of *Parashorea plicata*, *Pentacme contorta* and *Arenga pinnata*. *Phil. Sci. J. For.* 2(1): 85-92.
- Fermanto, I. 2000. Masukan hara melalui curah hujan, air tembus dan aliran batang pada tegakan Pinus (*Pinus merkusii*), Agathis (*Agathis loranthifolia*), dan Puspa (*Schima wallichii*) di DAS Cipeureu Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Gash, JHC. & AJ. Morto. 1978. An application of the Rutter Model to the estimations of the interception loss from Thetford. *For. J. Hydrol.* 38: 49-48.
- Ginting, SH. & WM. Putuhena. 2005. Estimasi Erosi Lahan di Daerah Aliran Danau Tondano Menggunakan *Geographic Information System (GIS)*. *Sumber Daya Air* 1:65-75
- Halle, F., RAA. Oldeman, & PB. Tomlinson. 1978. *Tropical trees and forests: an architectural analysis*. Springer-Verlag. New York.
- Hanafy, I. 2002. Unsur hara yang hilang akibat pencucian di bawah tegakan Pinus (*Pinus merkusii*), Agathis (*Agathis loranthifolia*), dan Puspa (*Schima wallichii*) di DAS Cipeureu Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hudson, N. 1979. *Soil Conservation*. Batsford Limited. London.
- Kaimuddin, 1994. Kajian model pendugaan intersepsi hujan pada tegakan *Pinus merkusii*, *Aghathis loranthifolia* dan *Schima wallichii* di hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Kodoatie, RJ. & R. Sjarief. 2008. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Andi Press. Yogyakarta.
- Lassen, L., B. Frank, & HW. Lull. 1952. *Some Plant-Soil Water Relations in Watershed Management*. US Department of Agriculture. Circular No.910. Washington.
- Lutz, HJ. & RF. Chandler. 1965. *Forest Soil*. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Manokaran, N. 1979. Stemflow, throughfall and rainfall interception in a lowland and tropical rain forest in Peninsular Malaysia. *Malay. For.* 42(3): 174 – 201.
- Monteith, JL. 1976. *Vegetation and Atmosphere*. Vol. 2. Academic Press. London.
- Ngaloken, GA. & IGK. Semadi. 1996. Aliran

- permukaan dan erosi tanah di bawah tegakan *Acacia mangium* di Gemawang Subanjariji Sumatera Selatan. *Bul. Pen. Hut.* 604: 1-10.
- Parker, GG. 1983. Throughfall and stemflow in the forest nutrient cycle. *Adv. Ecol. Res.* 13 (1): 57-133.
- Rutter, AJ., KA. Kershaw, PC. Robin, & AJ. Morton. 1971. A predictive model of rainfall interception in forest I. Derivation of the model from observations in a plantation of Corsican Pine. *Agri. Met.* 9: 367-384.
- Santosa, W. 1985. Aliran permukaan dan erosi pada tanah yang tertutup oleh tanaman teh dan hutan alam di Gambung, Bandung. [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, IPB.
- Setiadi, D. 1998. Keterkaitan profil vegetasi sistem agroforestry kebun campur dengan lingkungannya. [Disertasi]. Bogor: Program Pascasarjana, IPB.
- Shukla, RP. & PS. Ramakrishnan. 1986. Architecture and growth strategies of tropical trees in relation to successional status. *J. Ecol.* 74: 33-46.
- Simamora, AP. 2007. Indonesia. Sumber Air Jakarta Mengering. Laporan WWF. http://www.or.id/index.php?fuseaction=news_detail&id=NWS1189610991&language=i. [5 februari 2009].
- Supranto, J. 2004. *Analisis multivariat: arti dan interpretasi*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Suripin. 2001. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Andi Press. Yogyakarta.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang.
- Utami, MS. 2011. Korelasi arsitektur pohon Model Rauh dari Rasamala dan arsitektur pohon
- World Bank. 2007. Indonesia and Climate Change: Current Status and Policies. Executive Summary. Peace. Jakarta.
- Zinke, PJ. 1967. *Forest Interception Studies in the United States*. Dalam: Sopper, WE. & HW. Lull (eds). The Symposium on Forest Hydrology. Pergamon Press. Oxford.