

INTERSEPSI CURAH HUJAN DI HUTAN HUJAN TROPIS: STUDI KASUS DI TAMAN NASIONAL LORE LINDU SULAWESI TENGAH

Abdul Rauf^{1,4)}, Hidayat Pawitan²⁾*, Tania June^{2,4)}, Cecep Kusmana³⁾

ABSTRACT

RAINFALL INTERCEPTION IN TROPICAL RAINFOREST: CASE STUDY IN LORE LINDU NATIONAL PARK CENTRAL SULAWESI

This filed research was conducted from Apr 2006 to Juni 2007 at natural tropical rainforest of the Lore Lindu National Park, Central Sulawesi. The objectives were to study the effect of rainfall properties and vegetation characters on interception losses through mathematical model approach, to estimate the rainfall interception losses and to determine the dominant factors influencing them. Observation of vegetation characters in the study area indicated that the vertical and horizontal structure were in good conditions with high leaf area index (LAI 4.8–6.43 m².m⁻²), ground cover (68.5–92.59%) and wide canopy at average 5.59 (12.05–9.83 m²). Total rainfall (P) on the first measuring phase (Apr 2006–March 2007) was 1502,6mm for 172 events. Dominant rainfall depth was 0.5–5mm for 78 events with cumulative rainfall at 182.2mm or 12.3% of P. Dominant rainfall intensity was 1–10 mm per hour for 121 events with cumulative rainfall 140.2 mm or 9.3 % of P. The mathematical relationship between rainfall properties and vegetation characters with throughfall, stemflow and interception loss show that rainfall depth and LAI are two factors that strongly influences as expressed: interception loss: $I_c = 0.786 + 0.343 * P + 0.051 * LAI$ ($R^2 = 73,77$) Application of this equation and Gash model to the second measurement phase (Apr 2007–Juni 2007) gave good agreement on interception estimate and sensitivity, and considering data requirement and calculation procedure this equation is applicable for interception estimation. The critical point of this result is the rainfall properties on Lore Lindu National Park that is very important to forest management, especially in controlling of flooding.

Keywords : rainfall interception, tropical rain forest, vegetation characters

ABSTRAK

Penelitian lapangan dilaksanakan pada Apr 2006–Juni 2007 di dalam kawasan hutan tropis Taman Nasional Lore Lindu. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh sifat hujan dan karakter vegetasi terhadap intersepsi hujan dengan pendekatan model matematika, menghitung besaran kuantitatif curah hujan yang diintersepsi oleh hutan sekaligus menentukan faktor-faktor yang berpengaruh dominan. Sesuai struktur vegetasi secara horizontal dan vertical maka karakter vegetasi tergolong masih baik yang didukung oleh indeks luas daun (ILD 4,8–6,43m²/m²), penutupan permukaan (68,5–92,59%) and luas tajuk rata-rata 5,59 (12,05–9,83 m²). Curah hujan total pada pengukuran tahap I (Apr 2006–Mar 2007) yakni 1502,6 mm dengan jumlah hari hujan 172 hari. Jeluk hujan dominan adalah 0,5–5 mm yang terdiri dari 78 kejadian hujan dengan curah hujan kumulatif 182,2 mm atau 12,3 % total hujan (P). Intensitas hujan dominan

adalah 1-10mm per jam yakni 121 kejadian dengan curah hujan kumulatif 140,2mm atau 9,3 % dari P. Hubungan matematika antara sifat hujan dan karakter vegetasi dengan curahan tajuk dan aliran batang menunjukkan jeluk hujan dan ILD merupakan dua faktor yang berpengaruh dominan Hubungan kedua faktor tersebut terhadap intersepsi hujan yaitu $I_c = 0,786 + 0,343 * P + 0,051 * LAI$ ($R^2 = 73,77$). Aplikasi model matematika tersebut berama dengan model Gash pada fase II (Apr–Juni 2007) yang kemudian dibandingkan dengan pengukuran langsung maka persamaan matematika yang diperoleh menunjukkan hasil yang lebih baik. Berdasarkan kebutuhan data dan prosedur perhitungannya maka model matematika yang diperoleh pada penelitian ini layak dipergunakan untuk menduga intersepsi hujan di Taman Nasional Lore Lindu. Hal penting dari penelitian ini adalah sesuai dengan sifat hujan di Taman Nasional Lore Lindu maka diperlukan pengelolaan hutan yang tepat terutama untuk mengendalikan potensi banjir.

1) Central Tropical Forest Margin Univ. Tadulako, Palu Sulteng
2) Dep Geofisika dan Meteorologi, IPB Bogor
3) Dep. Ekologi Hutan IPB Bogor
4) Tim Peneliti Stabilitas Rain Forest Margin (Indonesia-German)
* Penulis Korespondensi: (+62251) 8623850

Kata Kunci: intersepsi hujan, hutan tropika basah, karakter vegetasi

PENDAHULUAN

Sejak dekade terakhir perubahan lingkungan global menjadi isu utama dalam pembangunan, bahkan telah menjadi agenda politik internasional dengan dibentuknya UNFCCC (*United Nation Framework on Climate Change Conference*) dengan pertemuan akbar tahunannya, seperti COP 13 Desember 2007 lalu di Bali. Berbagai upaya telah dilaksanakan dalam skala nasional dan internasional untuk menyamakan persepsi masalah tersebut, langkah dan strategi adaptasi maupun mitigasi terhadap perubahan lingkungan tersebut. Sejumlah ahli dan pemerhati lingkungan telah melakukan penelitian terkait dengan perubahan lingkungan global, diantaranya Kalthoff (1999), Twine *et al.* (2004), dan Tomo'omi Kumagai *et al.* (2004). Secara umum dapat disimpulkan bahwa perubahan lingkungan global memiliki keterkaitan kuat dengan adanya gangguan pada sistem pemindahan energi dan massa antara bumi dengan atmosfer. Perubahan penggunaan lahan seperti deforestasi dinilai sebagai salah satu aktivitas manusia yang dinilai memiliki andil besar terhadap perubahan lingkungan. Laporan FAO (1993) menunjukkan bahwa luas permukaan bumi yang masih tertutupi oleh hutan tinggal 12%. Khusus di Indonesia sejak tahun 1990–2000 rata-rata deforestasi setiap tahun mencapai 1,3 juta ha atau 1,2% dari luas hutan yang ada (FAO 2003).

Alih fungsi lahan memungkinkan terjadi perubahan sifat dan karakteristik permukaan sehingga berpotensi mempengaruhi sejumlah proses biofisik antara suatu permukaan dengan lingkungannya. Salah satu proses hidrologi yang rentang dari alih fungsi lahan adalah intersepsi hujan. Fenomena ini dicirikan oleh banjir, longsor dan sebagainya. Secara mekanistik, intersepsi hujan akan mempengaruhi agihan hujan yang tiba dipermukaan diantaranya adalah: (i) jumlah hujan yang tiba di permukaan tanah akan berkurang, (ii) mengurangi laju penerimaan air hujan yang tiba di permukaan tanah, (iii) mereduksi kandungan energi kinetik hujan, (iv) distribusi pembasahan permukaan tanah, dan (v) menghambat transpirasi tetapi meningkatkan evapo-transpirasi. Pengaruh ini berkaitan dengan neraca air suatu DAS karena berkaitan dengan besaran input dan ke-hilangan air suatu DAS (Asdak *et al.* 1998; Van Dijk, Bruijnzeel, 2001).

Penelitian intersepsi telah banyak dilaksanakan bahwa nilai intersepsi adalah mencapai 10–30% dari total hujan (Price, Moses, 2003; Bruijnzeel, Critchley 1994; Zinke, 1967). Intersepsi hujan pada hutan sekunder di Nopu dalam Kawasan Taman Nasional Lore Lindu adalah 23,5 % dari total hujan (Anwar, 2004), di hutan alam di Sabah mencapai 19% dari total hujan (Chappell *et al.* 2001). Asdak *et al.* (1998) mendapat untuk hutan alam di Kalimantan, intersepsi hujan hanya mencapai 11% dari total hujan, dan nilai ini mengalami pengurangan menjadi 6% pada hutan yang telah pembukaan. Inkonsistensi dari nilai intersepsi hujan menguatkan pendapat ahli hidrologi bahwa intersepsi hujan dikendalikan oleh dua faktor utama, yaitu kondisi cuaca dan karakter vegetasi.

Horton (1919 *dalam* Price dan Moses 2003) secara tegas mengemukakan bahwa intersepsi hujan berkaitan erat dengan kapasitas intersepsi hujan yang ditentukan oleh luas dan indeks luas daun, intensitas hujan dan tegangan permukaan air. Pandangan ini telah diadopsi pada model Gash 1979 dan revisi model Gash 1995, namun dalam banyak hal model ini sulit diterapkan akibat ketersediaan data yang terbatas sehingga menjadi fokus pada penelitian ini membangun persamaan matematika yang berbasis pada hubungan mekanistik. Hutan tropika basah seperti yang terdapat di Taman Nasional Lore Lindu memiliki karakter vegetasi yang kaya dan perlu diketahui sifat intersepsi hujan dan model pendugaannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh sifat hujan dan karakter vegetasi terhadap nilai intersepsi hujan pada hutan tropika basah. Tujuan khusus adalah menghasilkan model penduga intersepsi hujan yang berbasis pada integrasi aspek meteorologi dan karakter vegetasi. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memperkaya ilmu pengetahuan di bidang hidrologi hutan sekaligus menjadi masukan bagi yang berkepentingan dalam pengelolaan Sumber daya Alam khususnya di Taman Nasional Lore Lindu.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di dalam Kawasan Taman Nasional Lore Lindu tepatnya di Hutan Babahaleka desa Bariri Kecamatan Lore Tengah Kabupaten Poso Provinsi Sulawesi Tengah, seperti disajikan pada Gambar 1. Pelaksanaan lapang penelitian ini dimulai pada Apr 2006 sampai dengan Juni 2007.

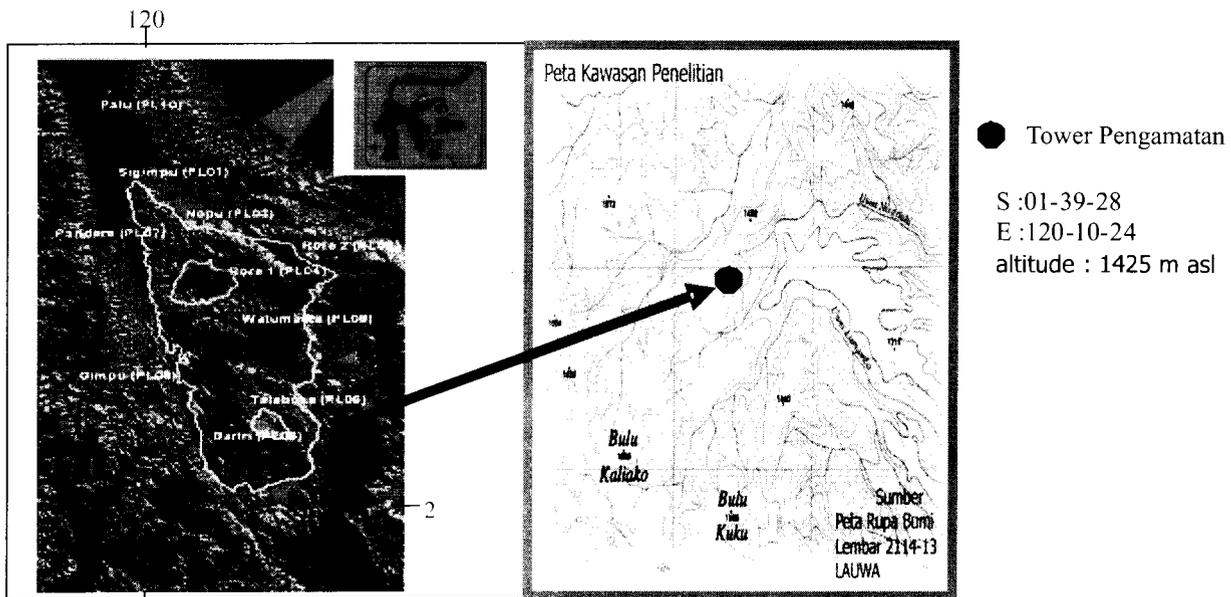
Plot Pengamatan

Penetapan plot pengamatan dilakukan dengan metode jalur dengan titik kontrol adalah lokasi tower pengamat cuaca. Jumlah plot contoh digunakan adalah sebanyak 12 dengan ukuran 20×20 m. Jarak antar plot pada jalur yang sama dan jarak antar jalur adalah 100 m, dan di setiap plot dilakukan pengukuran intersepsi hujan menurut skema pada Gambar 2b.

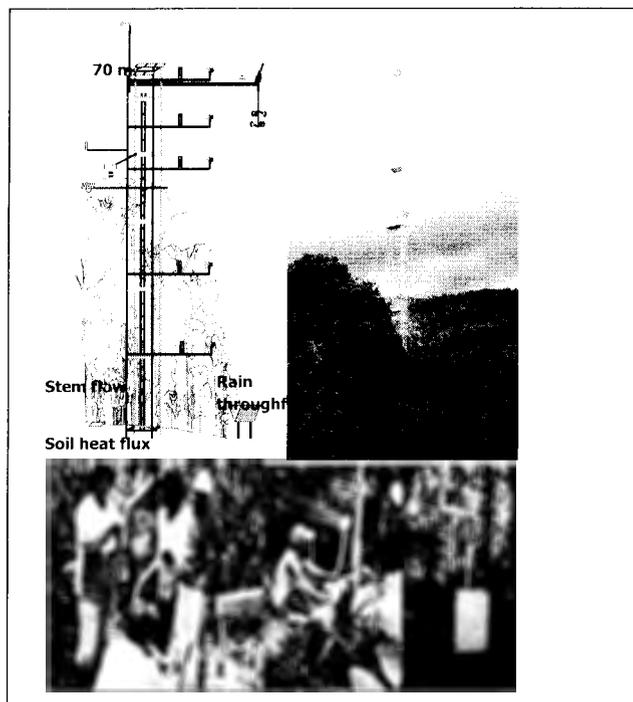
Pengumpulan Data

Karakter Vegetasi

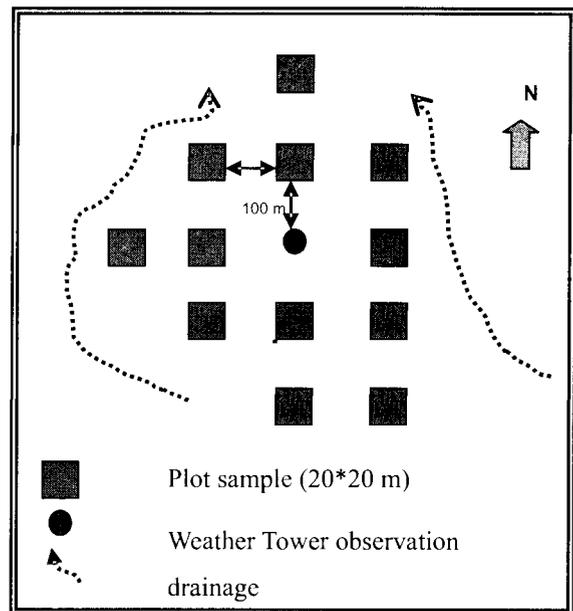
Identifikasi tentang karakter vegetasi dilakukan pada 12 plot contoh yang meliputi: Lebar kanopi, diukur dari pangkal batang hingga bagian terluar dari kanopi dengan mempergunakan Vertex III. Pengukuran dilakukan sebanyak 8 arah dengan sudut antara arah satu dengan arah lainnya (berikutnya) adalah 45°. Lingkar batang pada ketinggian 1,3m dari permukaan tanah. Pengukuran dilakukan dengan mempergunakan pita meter. Tinggi pohon dan tinggi bebas cabang diukur dengan mempergunakan Vertex III. Indeks luas daun (ILD) dan



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Taman Nasional Lore Lindu



Gambar 2a. Instalasi Peralatan Intersepsi Hujan



Gambar 2b. Plot Sampling di Lapangan

tingkat penutupan permukaan dengan mempergunakan kamera Hemiview.

Pengukuran curah hujan dibagi menjadi dua yaitu curah hujan yang diterima pada permukaan tajuk (curah hujan total) dan curah hujan yang sampai di permukaan tanah atau lantai hutan yang dibagi menjadi curah hujan dan aliran batang. Curah hujan total (P) diukur pada puncak kanopi atau di luar tutupan hutan dengan alat penakar hujan tipe tipping bucket. Alat tersebut dipasang pada tower

pengamatan cuaca. Curahan tajuk (Tf): Pengukuran curahan tajuk dilakukan dengan teknik memasang kolektor berupa talang plastik yang berukuran 2×0,137×0,15m. Alat ini dipasang pada ketinggian 1,3m dari permukaan tanah dengan kemiringan 10° dan posisinya sejajar dengan jari-jari tajuk (lihat Gambar 2a). Bagian ujung kolektor yang terendah dihubungkan dengan selang plastik ke alat pencacah otomatis hujan tipe tipping bucket. Aliran batang (Sf): Teknik pengukuran aliran batang yakni dengan

menyadap air hujan yang mengalir pada batang dengan cara melilitkan belahan selang plastik pada batang. Bagian terendah dari lilitan tersebut dihubungkan dengan alat pencacah otomatis tipe *tipping bucket* (Gambar 2a).

Analisis dan Sintesis Data

Karakter vegetasi

Diameter batang dihitung melalui hasil pengukuran lilit batang sebagai berikut

$$DBH = \frac{LB}{\pi}$$

DBH: Diameter batang setinggi dada (cm), LBH = lingkaran batang (cm) dan $\pi = 3,14$

Struktur horisontal vegetasi diidentifikasi melalui hubungan antara populasi dengan DBH. Untuk kepentingan ini maka DBH dibagi menjadi lima klaster yaitu: Kelompok peremajaan hutan (DBH<20cm), meliputi: Peremajaan hutan (semai dan pancang) dengan DBH<10, dan Peremajaan hutan (tiang) 10,0-20cm, dan Pohon (DBH>20 cm) terdiri dari: Pohon dengan DBH 20,0-40 cm, Pohon dengan DBH 40,0-60 cm, dan Pohon dengan DBH>60,0 cm.

Struktur horisontal vegetasi diidentifikasi melalui hubungan antara populasi dengan tinggi pohon. Untuk kepentingan ini, tinggi pohon dibagi menjadi empat kelompok, yaitu: tinggi 10-20m, tinggi 20-30m, tinggi 30-40m, dan tinggi>40m

Data ukur jari-jari tajuk dikonversi menjadi luas tajuk melalui persamaan

$$LT = \sum_i LK \tag{1}$$

$$LK_i = \{(\cos 45 \times L_1 \times L_2) + (\sin 45 \times L_2 \times L_3)\} / 2 \tag{2}$$

LK: luas tajuk pada kuadran ke i; i: kuadran dan L: panjang jari-jari tajuk titik observasi ke i. ILD dan penutupan permukaan, dihitung dengan menggunakan software Hemiview AT 3.0

Curah hujan neto

Curah hujan neto merupakan bagian hujan yang mencapai permukaan tanah atau lantai hutan melalui aliran batang (Sf) dan curahan tajuk (Tf). Konversi data pengamatan Sf ke dalam tinggi kolom air dengan persamaan

$$Sf_i = \left(\frac{V_i}{L_i}\right) \times 10 \tag{3}$$

Sf_i: aliran batang contoh ke - i (mm); V_i: volume aliran batang contoh ke - i (cm³) dan L_i: luas tajuk pohon contoh ke-i (cm²)

Konversi data pengamatan Tf ke dalam tinggi kolom air dengan persamaan

$$Tf_i = \left(\frac{V_i}{L}\right) \times 10 \tag{4}$$

Tf_i: curahan tajuk pohon ke - i (mm); V_i: volume curahan tajuk contoh ke-i (cm³) dan L: luas alat penampung curahan tajuk (cm²)

Intersepsi, dihitung menurut persamaan berikut :

$$I = P - (Tf + Sf) \tag{5}$$

Paramater Intersepsi meliputi kapasitas tajuk (S), porositas tajuk (p), kapasitas batang (St) pada koefisien input batang (pt). Perhitungan parameter ini diadopsi metode yang dipergunakan oleh Jacson, 1975 dan Jeten *et al.* 1996 (dalam Fleischben *et al.* 2005) sebagai berikut :

$$\hat{Tf} = \alpha P \pm C \tag{6a}$$

$$S = \alpha P - Tf \tag{6b}$$

$$p = \frac{Tf}{P} \tag{6c}$$

$$\hat{Sf} = \alpha P \pm C \tag{7.a}$$

$$St = \alpha P - Sf \tag{7.b}$$

$$pt = \frac{Sf}{P} \tag{7.c}$$

Penyusunan dan Evaluasi Model Intersepsi Hujan

Model persamaan pendugaan intersepsi dibuat melalui persamaan regresi hubungan intersepsi hujan dengan sifat hujan dan karakter vegetasi. Bentuk umum dari persamaan matematika model tersebut, sebagai berikut.

$$\hat{Y} = \alpha X_i \pm C \tag{8}$$

Y: intersepsi hipotetik (dugaan); α: slope regresi; X: Komponen input
i: Jenis input (jeluk hujan, intensitas hujan, ILD dan luas tajuk), dan
C: Galat

Nilai hipotetik intersepsi hujan dari persamaan tersebut selanjutnya dievaluasi tentang:

- a. Kesalahan relatif melalui persamaan, sebagai berikut:
- b. Kualitas hasil melalui persamaan yang digunakan oleh Nash dan Sutcliffe, 1970 pada pengujian model Gas 1995) sebagai berikut:

$$Em = \frac{Rc - Ri}{Ri} \times 100 \% \tag{9}$$

$$EK = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (R - Rc)^2}{\sum_{i=1}^n (R - Ri)^2} \tag{10}$$

R_i: Nilai observasi (Tf atau Sf); Rc: Nilai hipotetik (duga) dari persamaan matematik dan \bar{R} : Nilai rata-rata pengukuran

Uji konsistensi dan Sensivitas

Pengujian persamaan terpilih melalui aplikasi persamaan tersebut pada tahap II bersama model revisi Gash (1995). Asumsi dasar yang dipergunakan pada uji konsistensi ini adalah nilai parameter intersepsi yang diperoleh pada tahap I tidak berubah sehingga yang berubah hanya curah hujan. Secara umum penetapan nilai parameter dan koeponen intersepsi hujan model Gash disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 Teknik Perhitungan Komponen Intersepsi Model Revisi Gash (1995)

Komponen Intersepsi	Persamaan	No
Jumlah kejadian hujan (m) yang tidak menjenuhkan tajuk ($Pg \leq Pg'$)	$I = c \sum_{j=1}^m Pgj$	11
Jumlah kejadian hujan (n) yang menjenuhkan tajuk ($Pg > Pg'$)	$I = n \{cPg' - S\}$	12
Evaporasi pada tajuk basah selama hujan berlangsung	$E = \frac{\bar{E}}{\bar{R}} \sum_{j=1}^n (Pgj - Pg')$	13
Evaporasi setelah hujan berhenti	$E = nS$	14
Evaporasi dari batang	$Eb = qS_t + p_t \sum_{j=1}^{n-q} Pgj$	15

Tabel 2. Teknik Perhitungan Parameter Intersepsi

Parameter Intersepsi	Persamaan	No
Hujan yang dibutuhkan untuk menjenuhkan tajuk (Pg')	$Pg' = -\frac{\bar{R}S}{\bar{E}} \ln \left[1 - \frac{\bar{E}}{c\bar{R}} \right]$	16
Laju evaporasi rata-rata pada tajuk basah	$\bar{E} = c\bar{E}_c$	17
Kapasitas tajuk	$S = cS_c$	18
Fraksi penutupan tajuk	$C = 1 - e^{-kl}$ $k = 0,6-0,8$	19

Nilai k dipengaruhi oleh distribusi daun, umumnya nilai ini untuk hutan adalah 0,6–0,8 (Ross 1975 dalam van Dijk, Bruijnzeel 2001). Nilai $\frac{\bar{E}}{\bar{R}}$ adalah slop hujan pada persamaan regresi linier antara intersepsi hujan dengan jeluk hujan, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{\bar{E}}{\bar{R}} = \alpha \dots \dots \dots (20)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Vegetasi

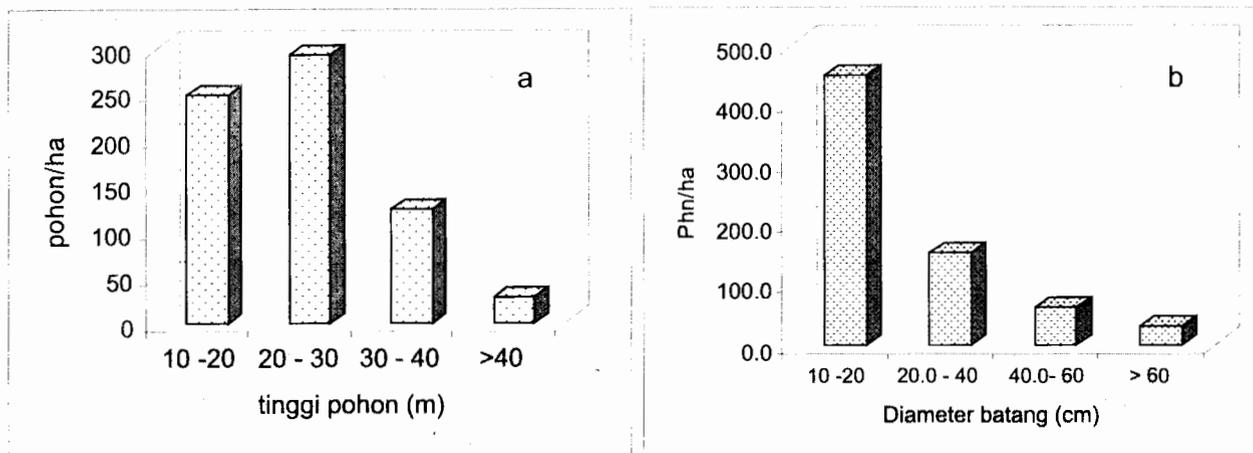
Struktur vegetasi secara horisontal di hutan Babahaleka menunjukkan populasi tegakan yang berdiameter batang (DBH) > 20 cm, rata-rata 10 pohon per plot, setara dengan 246 pohon per ha. Adapun populasi

kelompok peremajaan hutan yang terdiri dari semai dan pancang, yakni DBH < 10 cm dan tiang (10–20 cm), masing-masing 25.825 dan 450 pohon per hektar. Secara vertikal, struktur tegakan menunjukkan kanopi hutan di kawasan Babahaleka terdiri dari berbagai lapisan tajuk dan didominasi oleh tinggi 20–30 m, yakni 293 pohon per hektar. Terdapat petunjuk bahwa semakin tinggi pohon, populasinya mengalami pengurangan. Adapun struktur vegetasi seperti disajikan pada Gambar 3.

Perhitungan indeks luas daun (ILD) dan penutupan permukaan pada Tabel 3 dari kamera Hemiview yang kemudian dianalisis dengan mempergunakan program aplikasi Hemiview AT-3.0 yang menunjukkan ILD pohon di kawasan hutan Babahaleka bervariasi dari 4,80–6,43 m².m⁻² dengan penutupan permukaan 68,50–92,52%. Karakter vegetasi menggambarkan bahwa hutan di Babahaleka memiliki potensi berkembang menjadi hutan yang lebih rapat. Selain itu memiliki penutupan permukaan yang lebih baik yang terdiri dari berbagai strata tajuk. Kondisi ini mengindikasikan hutan Babahaleka memiliki

Tabel 3 Karakteristik Vegetasi Sampling Intersepsi di Hutan Babahaleka TNLL

Sample	Diameter Batang		Tinggi (m)		Luas Tajuk (m ²)	ILD (m ² .m ⁻²)	Penutupan permukaan (%)
	(cm)	Cabang	Pohon				
1	31,82	11,7	26,7		36,18	5,61	90,59
2	38,18	12,4	24,8		76,14	5,65	91,47
3	34,05	12,7	24,1		37,43	5,55	90,90
4	21,00	12,1	19,1		17,64	5,18	88,25
5	27,05	11,6	22,5		28,56	6,07	89,29
6	49,32	22,7	44,8		99,82	5,71	92,52
7	44,55	14,4	25,8		90,72	5,50	91,63
8	36,27	14	28,2		91,92	6,43	91,77
9	43,59	25,9	41		84,72	5,47	91,58
10	28,00	16,2	27,9		12,05	4,80	68,50
11	36,59	22	29,4		31,96	5,40	89,46
12	38,18	17,7	30		61,09	5,51	91,07



Gambar 3. Struktur Vegetasi di Lokasi Penelitian (A) Vertikal dan (B) Horisontal

potensi intersepsi hujan tinggi di satu sisi, di sisi lain dapat melindungi permukaan dari daya dispersi oleh butiran hujan dan pemanasan yang berlebihan dari radiasi surya.

Sifat Hujan

Jumlah hari hujan ($CH \geq 0,5$ mm per hari hujan) selama penelitian (Apr 2006 sampai dengan Mar 2007) adalah 172 hari dengan jeluk hujan total 1502,6mm. Variabilitas curah hujan bulanan disajikan pada Tabel 4. Dibandingkan dengan data pengukuran hujan selama periode 2002 – 2004, maka secara kuantitatif curah hujan bulanan di kawasan ini adalah konsisten seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

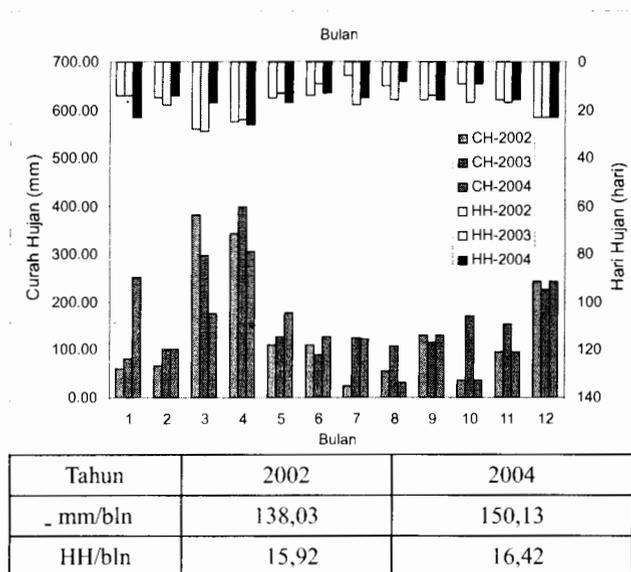
Klasifikasi hujan berdasarkan jeluk hujan selama penelitian menunjukkan curah hujan yang dominan terjadi adalah 0,55mm per hari hujan yakni mencapai 72 hari atau 45,34% dari jumlah hari hujan dengan total curah hujan sebanyak 182,20mm atau 12,13% dari total curah hujan. Sebaliknya curah hujan >15mm per hari hujan,

kejadiannya hanya 32 hari atau 18,60% dengan jeluk hujan mencapai 760,8 mm atau 50,63% dari total hujan. Intensitas hujan yang dominan terjadi adalah 1,0 – 10mm per jam yakni sebanyak 121 hari hujan atau 70,34% dari kejadian hujan dengan total urah hujan sebanyak 140,2mm atau 9,30% dari total hujan, disajikan pada Tabel 5.

Sifat hujan di atas menggambarkan potensi hujan untuk ditersepsi oleh vegetasi cukup besar karena kejadian hujan yang dominan terjadi adalah pada jeluk hujan yang rendah, durasinya singkat dan intensitasnya rendah.

Curah Hujan Neto

Curah hujan neto yang dimaksud adalah volume hujan yang mencapai permukaan tanah atau lantai hutan melalui curahan tajuk dan aliran batang. Nilai kumulatif dari curahan tajuk dengan aliran batang pada 172 kejadian hujan adalah sebanyak 838,40 mm atau mengalami pengurangan sebanyak 44,20% dari curah hujan total.



Gambar 4 Curah hujan dan Jumlah Hari Hujan Bulanan di Lokasi Penelitian tahun 2002 – 2004

Curahan Tajuk, Kapasitas dan Porositas Tajuk

Volume hujan yang mencapai permukaan tanah atau lantai hutan melalui curahan tajuk selama penelitian adalah sebanyak 837,19 mm atau 55,72% dari total hujan, atau rata-rata 4,87 mm per hari hujan. Hubungan antara sifat hujan dan karakter vegetasi terhadap curahan tajuk disajikan pada persamaan 21.

$$Tf = -0,904 + 0,666 \times P - 0,029 \times I + 0,014 \times ILD - 0,001 \times LT \dots\dots\dots(21)$$

$R^2 = 91,16\%$
Tf: Curahan tajuk (mm) , *P* : jeluk hujan (mm); *I* : intensitas hujan (mm.jam⁻¹) *ILD* : inde ks luas daun (m².m⁻²) dan *LT* : Luas tajuk (m²)

Persamaan regresi (21) di atas menggambarkan secara keseluruhan sifat hujan lebih dominan pengaruhnya terhadap curahan tajuk dibandingkan dengan karakter vegetasi. Akan tetapi secara individu, jeluk hujan dan ILD keduanya dominan pengaruhnya. Hubungan kedua unsur tersebut terhadap curahan tajuk disajikan pada Gambar 5.

Melalui persamaan (6), yakni hubungan tunggal antara curahan tajuk dan curah hujan maka diperoleh kapasitas tajuk (*S*) pada hutan di Taman Nasional Lore lindu adalah 1,067mm dengan porositas tajuk (*p*) sebesar 0,65.

Aliran Batang, kapasitas simpan dan koefisien input Batang

Volume aliran batang selama penelitian hanya mencapai 1,20mm. Dibandingkan dengan jumlah curah hujan maka nilai ini sangat kecil sehingga pengaruhnya terhadap sistem hidrologi di permukaan juga kecil. Integrasikan Kmponen hujan dan vegetasi terhadap pendugaan aliran batang diperoleh persamaan matematik sebagai berikut :

$$Sf = 0,026 + 0,001 \times P - 0,00 \times I - 0,004 \times ILD - 0,00 \times LT \dots\dots\dots(23)$$

$R^2 = 54,42$

Sf : Aliran batang (mm)
 Tajuk yang lebih luas akan menerima air hujan yang lebih banyak sehingga berpotensi menimbulkan aliran batang yang besar. Tetapi kenyataannya tidak demikian bahkan hal sebaliknya yaitu berkorelasi negatif.

Sesuai persamaan (7), maka diperoleh hubungan tunggal antara jeluk hujan dengan aliran batang maka diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$SF = -0,0013 + 0,0009 \times P \dots\dots\dots(24)$$

$R^2 = 40,77$

Persamaan di atas menunjukkan rendahnya nilai aliaran batang bukan dikarenakan oleh kondisi batang yang dicirikan oleh kapasitas simpan batang melainkan karena koefisien input batang yang sangat kecil yakni 0,0009. Persamaan ini juga memperjelas bahwa bentuk dan arsitektur kanopi tidak mendukung terjadinya aliran batang yang besar.

Intersepsi Hujan

Secara kumulatif intersepsi hujan selama pengamatan pertama adalah sebanyak 664,20 mm atau 44,20% dari total hujan. Hubungan matematika antara sifat hujan dan karakter vegetasi terhadap intersepsi hujan disajikan pada persamaan :

$$Ic = 0,8782 + 0,3335 \times P + 0,0297 \times I - 0,010 \times ILD + 0,0015 \times LT \dots\dots\dots(25)$$

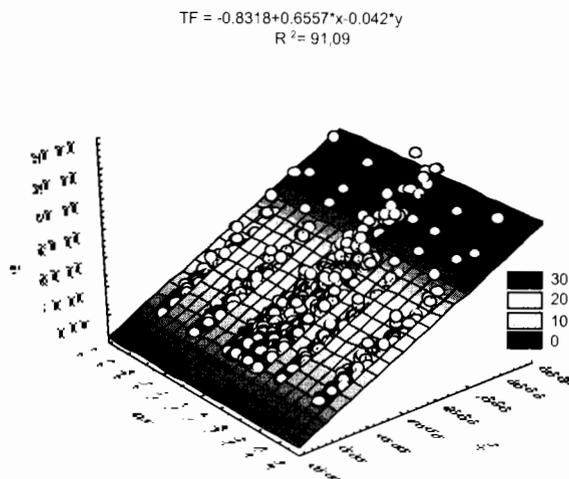
$R^2 = 73,88$

Persamaan di atas menunjukkan secara keseluruhan sifat hujan lebih dominan pengaruhnya terhadap intersepsi hujan dibandingkan dengan pengaruh karakter vegetasi. Unsur yang dominan pengaruhnya dari sifat hujan adalah jeluk hujan sedangkan unsur vegetasi yang dominan adalah ILD. Integrasi kedua unsur tersebut terhadap intersepsi hujan diperoleh persaman regresi (26) pada Gambar 6.

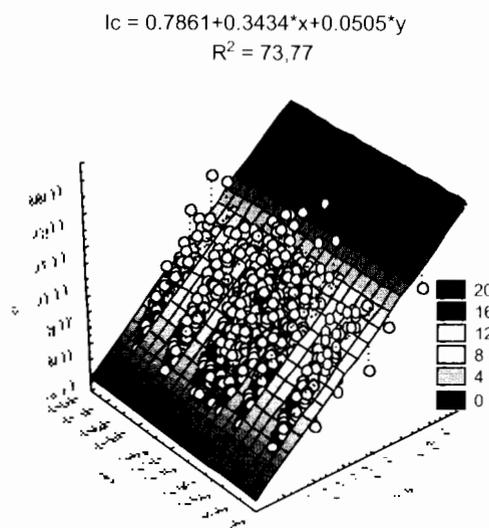
Evaluasi dan Pengujian Model Pendugaan Intersepsi

Berdasarkan nilai koefisien determinasi model pendugaan intersepsi hujan antara persamaan 25 dan 26 pada Gambar 6 dan memperhatikan kebutuhan data kedua persamaan tersebut maka dapat dinilai persamaan 26 lebih aplikatif. Hasil evaluasi persamaan 26 pada tahap I dan aplikasi pada tahap II menunjukkan kesalahan relatif (*Em*) setiap kejadian hujan rata-rata adalah 1630% dengan kualitas hasil (*Ek*) mencapai 6673%. Akan tetapi secara kumulatif hasil pendugaan dari persamaan 26 lebih tinggi 5,3% dari hasil pengukuran lapangan yang disajikan pada Tabel 5.

Dibandingkan dengan hasil model pendugaan Gash, maka model Gash revisi 1995 memberikan hasil yang lebih akurat. Akan tetapi aplikasi persamaan 26 dan Model Gash untuk tahap ke 2 menunjukkan konsistensi hasilnya yang



Gambar 5. Hubungan antara curahan tajuk dengan jeluk hujan dan ILD



Gambar 6 Hubungan Intersepsi hujan dengan jeluk hujan dan ILD

relatif sama antara persamaan 26 dengan Model Gash revisi.

Gambaran tentang hasil evaluasi model pendugaan intersepsi hujan di pada Tabel 5. menjadi salah satu fakta empirik akan pentingnya model pendugaan yang mengintegrasikan antara sifat hujan dan karakter vegetasi. Memperhatikan kebutuhan data dan prosedur perhitungan intersepsi maka dapat dinilai persamaan 26 sesuai digunakan di Kawasan hutan Tanaman Nasional Lor Lindu atau lokasi lainnya yang memiliki karakter yang sama.

Secara keseluruhan dari 172 kejadian hujan, porsi curah hujan yang tiba di lantai melalui curahan tajuk adalah 55,72% dari total curah hujan, sedangkan yang melalui aliran batang jumlahnya sangat kecil yakni hanya 1,2 mm. Kedua proses hidrologi tersebut menggambarkan bahwa kondisi biofisik di kawasan hutan Babahaleka Taman Nasional Lore Lindu memiliki potensi intersepsi hujan yang

tinggi, yakni mencapai 44,2% dengan aliran batang dapat diabaikan.

Dibandingkan dengan hasil penelitian intersepsi hujan pada hutan alam dan atau hutan tropis di tempat lain maka nilai intersepsi yang diperoleh tergolong tinggi. Intersepsi hujan pada hutan alam di Kalimantan hanya 11 % dari total hujan (Asdak *et al.* 1998), Bruijnzeel, Critchley (1994) bahwa nilai intersepsi pada hutan tropis adalah mencapai 1025%, Menurut Zinke (1967), Blake (1975) diacu dalam Price, Carlyle-Moses (2003), bahwa inersepsi hujan mencapai kisaran 1030% dari curah hujan. Nilai intersepsi yang tinggi ini dimungkinkan terjadi karena dua hal yang secara simultan memberikan pengaruh terhadap intersepsi hujan, yaitu (i) sifat hujan dan (ii) karakter vegetasi. Tabel 5 menunjukkan bahwa di kawasan ini hujan dominan terjadi pada jeluk yang rendah yaitu 0,55mm per hari hujan. Selain itu durasi hujannya juga singkat dengan

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Evaluasi dan Pengujian Persamaan Intersepsi Hujan

Komponen intersepsi	Model Gash -1979	Revisi Gash <i>et al.</i> (1995)	Persamaan 26
Kejadian hujan (m) yang tidak menjenuhkan tajuk ($P_g < P_g'$)	35,75	19,39	$I_c = 0,786 + 0,343 \times P + 0,051 \times ILD$
Kejadian hujan (n) yang menjenuhkan tajuk ($P_g > P_g'$)	52,04	37,07	-
Evaporasi pada tajuk basah selama hujan berlangsung	376,44	436,72	-
Evaporasi setelah hujan berhenti	93,25	160,05	-
Evaporasi pada batang ($P_g > St/pt$)	11,20	11,20	-
Total (mm)	568,69	664,43	699,61
Hasil pengukuran langsung (mm)	664,20	664,20	664,20
Selisih terhadap pengukuran langsung (%)	-14,38	0,03	5,33
Em (%)	-	-	36,13
Ek	-	-	0,75
Aplikasi pada periode ke dua			
Kejadian hujan (m) yang tidak menjenuhkan tajuk ($P_g > P_g'$)	7,63	9,20	-
Kejadian hujan (n) yang menjenuhkan tajuk ($P_g > P_g'$)	15,38	9,89	-
Evaporasi pada tajuk basah selama hujan berlangsung	137,51	153,44	-
Evaporasi setelah hujan berhenti	27,55	42,68	-
Evaporasi pada batang ($P_g > St/pt$)	8,80	8,80	-
Total (mm)	196,87	224,01	228,34
Hasil pengukuran langsung (mm)	263,73	263,73	263,73
Selisih terhadap pengukuran langsung (%)	25,35	15,06	13,42
Em (%)	-	-	16,17
Ek	-	-	0,66

intensitas hujan yang rendah. Sifat hujan demikian sangat potensial diintersepsi oleh kanopi hutan. Faktor lain yang mendukung intersepsi hujan yang tinggi adalah karakter vegetasi, yakni secara vertikal struktur vegetasi terdiri dari berbagai lapisan kanopi dengan ILD yang relatif tinggi dan penutupan permukaan yang rapat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan Tabel 3.

Nilai intersepsi yang tinggi sesungguhnya telah banyak dilaporkan oleh peneliti lain seperti Cavelier *et al.* (1979); Scellekens *et al.* (1999) masing masing memperoleh nilai intersepsi 37 dan 50% curah hujan (diacu dalam Wallace, Mc Jannet, 2006). Fleischbein *et al.* (2005) melaporkan bahwa nilai intersepsi hujan di Ekuador Selatan mencapai 25–52% dari jeluk hujan. Hasil pengukuran selama tahun 2001–2004 pada hutan hujan di Queensland Utara, Australia diperoleh intersepsi hujan sebanyak 25% dari hujan (Wallace, McJannet, 2006). Inkonsistensi besaran kuantitatif intersepsi hujan yang diperoleh menguatkan teori yang ada bahwa sifat hujan sebagai input dan karakter vegetasi sebagai tempat berlangsungnya

proses agihan hujan merupakan dua faktor yang berpengaruh penting terhadap intersepsi hujan.

Analisis koefisien regresi hubungan antara intersepsi hujan dengan sifat hujan dan karakter vegetasi menunjukkan: (i) sifat hujan lebih dominan pengaruhnya dibandingkan dengan karakter vegetasi, (ii) jeluk hujan dan ILD merupakan dua faktor yang berpengaruh dominan terhadap agihan hujan pada sistem vegetasi hutan. Integrasi antara jeluk hujan dan ILD terhadap besaran intersepsi hujan dalam bentuk persamaan regresi diperoleh hubungan yang berkorelasi positif (persamaan 26) dengan $R^2=73,66$.

Faktor lain yang mendukung intersepsi hujan yang tinggi adalah karakter vegetasi, yakni secara model Gash revisi maka baik hasil duga maupun konsistensi dari hasil duga adalah relatif sama. Akan tetapi model Gash 1979 selain hasilnya sangat besar deviasinya dari pengukuran langsung, juga tidak konsisten. Secara substansial persamaan 26 dan Gash revisi (1995) memiliki kesamaan yakni keduanya mengintegrasikan komponen fisik (hujan) dan komponen biologi (vegetasi), sedangkan pada model Gash (1979) lebih berorientasi pada model fisik. Per-

bedaan yang mendasar dari kedua pendekatan tersebut dinilai sangat mempengaruhi hasil pendugaan intersepsi hujan. Fakta ini memberikan penguatan empiris tentang peranan sifat hujan dan karakter vegetasi dalam terhadap sistem hidrometeorologi.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Hutan di Babahaleka dalam Taman Nasional Lore Lindu sesuai struktur vegetasinya, masih tergolong baik dan memiliki kemampuan untuk mempertahankan heterogenitas dan adaptabilitas terhadap perubahan-perubahan ataupun penyakit.

Curah hujan di kawasan hutan Babahaleka cenderung memiliki sifat yang konsisten dalam skala temporal. Secara spesifik curah hujan di kawasan ini dominan yang terjadi pada jeluk yang rendah 0,5–5mm per hari hujan dengan intensitas yang kecil yakni 1–10mm.jam⁻¹.

Karakter biofisik (vegetasi dan hujan) di kawasan ini memiliki potensi intersepsi hujan yang besar, yakni mencapai 44,20 % dari total curah hujan.

Melalui analisis regresi maka jeluk hujan dan ILD merupakan dua faktor yang dominan mempengaruhi agihan hujan (curahan tajuk, aliran batang dan intersepsi hujan). Integrasi kedua faktor tersebut terhadap pengaruhnya pada intersepsi hujan, secara matematika sebagai berikut:

$$I_c = 0,786 + 0,343 \times P + 0,051 \times ILD \quad R^2 = 73,77$$

Berdasarkan hasil evaluasi dan pengujian hasil hitung dan konsistensinya dari persamaan intersepsi tersebut dan memperhatikan kebutuhan datanya maka dinilai representatif digunakan untuk kawasan hutan Babahaleka Taman Nasional Lore Lindu dan daerah lain yang memiliki kesamaan karakter biofisik dengan Babahaleka.

Saran

Untuk menjaga kelestarian lingkungan khususnya sumber daya air di kawasan Babahaleka Taman Nasional Lore Lindu maka hutan yang ada perlu dipertahankan.

Untuk mendapatkan validitas persamaan pendugaan intersepsi di atas sebaiknya dilakukan pengujian untuk kejadian hujan yang lebih banyak dan atau tempat lain yang memiliki kesamaan kondisi biofisik dengan Taman Nasional Lore Lindu.

Untuk mendukung pengelolaan sumber daya air dan lingkungan maka sebaiknya dilakukan pemetaan hasil penelitian intersepsi hujan secara spesifik berdasarkan kondisi biofisik lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilaksanakan atas dukungan dana dari Hibah bersaing-DP2M DIKTI dan dukungan peralatan dari Penelitian Kerjasama Indonesia-German (STORMA).

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar.2004. Pendugaan Intersepsi pada Beberapa Penggunaan Lahan Hutan di Taman Nasional Lore Lindu-Sulteng. Tesis MSi PS Agroklimatologi, Sekolah Pasca Sarjana IPB.Bogor.
- Asdak C, Jarvis PG, Van-Gardingen P, Fraser A. 1998. Rainfall Interception Loss in Unlogged and Logged Forest Areas of Central Kalimantan,Indonesia. *J.Hydrol* 206:237–244.
- Bruijnzeel LA, WRS Critchley, 1994. Environmental Impacts of Logging Moist Tropical Forest. IHP Humid Tropics program series No.7
- Chappell NA, Bidin K, Tych W.2001. Modelling Rain Fall and Canopy Controls on Net-Precipitation Beneath Selectively-Logged Tropical Forest. *Plant Ecol.* 153,215–229.
- FAO. 1993. Forest Resources Assessment 1990-Tropical Countries. FAO Forestry Paper 112 Rome
- _____,2003 FAO. 2003. State of the World's Forest
- Fleischbein K. *et al.* 2005., Rainfall Interception in a Lower Montane Forest in Ecuador: Effects of Canopy Properties. *Hydrol. Process.* 19, 1355–1371
- Gash J H C, Lloyd C R, Lachaud G.1995. Estimating Sparse Forest Rain Fall Interception with an Analytical Model. *J.Hydrol.*170 :79–86.
- Kalthoff N. *et al.* 1999. Analysis of Energy Balance Components as S Function of Orography and Land Use and Comparison of Results with the Distribution of Variables Influencing Local Climate. *Theor. Appl. Climatol.* 62, 65–84.
- Price AG, Carlyle-Moses. 2003. Measurement and Modeling of Growing Season Canopy Water Fluxes in a Mature Mixed Deciduous Forest Stand, Southern Ontario, Canada. *Agric. For. Meteorol* 119: 69–85
- Tomo'omi K. *et al.* 2004. Annual Water Balance and Seasonality of Evapotranspiration in a Bornean Tropical Rain Forest (editorial). *Agri. For Meteorol.*

DTD 5, 1–11

- Twine TE. *et al.* Effects of Land Cover on the Energy and Water Balance of The Mississippi River Basin. Jour of Hydrometeorology.(abstract) <http://www.sage.wisc.edu>. visited 14 December 2004
- vanDijk AIJM, Bruijnzeel LA. 2001.Modelling Rainfall Interception by Vegetation of Variable Density Using an Adapted Analytical Model. Part1. Model Description.J.Hydrol. 247: 230–238.
- Wallace J, D McJannet, 2006. On Interception Modelling of a Lowland Coastal Rainforest in Northern Queensland, Australia. doi:10.1016 J. Hydrol. 2006.03.003
- Zinke PJ. 1967. Forest interception studies in the United States.International Symposium on Forest Hydrology, W. E. Sopper and H. W. Hull, Eds., Pergamon Press, 823.