

Sains Malaysiana 39(2)(2010): 181–187

## Pengaruh Kanopi Hutan Sekunder Terhadap Kadar Pintasan bagi Kitaran Hidrologi di Tasik Chini, Pahang, Malaysia

(Influence of Secondary Forest Canopy towards Interception Rate in Hydrological Cycle of Tasik Chini, Pahang, Malaysia)

NOR ROHAIZAH JAMIL\*, MOHD EKHWAN TORIMAN,  
MUSHRIFAH IDRIS & LIM WEI JING

### ABSTRAK

Sebahagian hujan akan diperangkap oleh lapisan kanopi pokok dan permukaan lain sebagai pintasan, sebelum tersejat kembali ke atmosfera. Air hujan menuruni kanopi hutan melalui dua mekanisme; aliran batang dan jatuhnya langsung. Aliran batang merujuk kepada jumlah air hujan yang sampai ke permukaan tanah dengan menuruni batang pokok dan dahan. Manakala jatuhnya langsung pula merujuk kepada jatuhnya terus air hujan yang menembusi lapisan kanopi hutan melalui ruang-ruang antara daun dan menitis dari daun, cabang dan dahan pokok. Kedua-dua komponen ini dinilai menggunakan plot pintasan bersaiz 100 × 100 m<sup>2</sup> di hutan sekunder Tasik Chini. Tiga puluh batang pokok telah digunakan dan setiap pokok dikenal pasti berdasarkan spesies, famili, diameter aras dada (DBH) saiz kanopi dan ketumpatan kanopi. Dalam kajian ini, data pintasan telah dikumpulkan pada dua kali kejadian hujan yang berlaku dalam bulan November 2007 (44.51% dalam bentuk jatuhnya langsung dan 55.49% dalam bentuk aliran batang) dan taburan hujan dalam bulan Disember 2007 (39.65% dalam bentuk jatuhnya langsung dan 60.35% dalam bentuk aliran batang). Kajian pintasan ini menghasilkan maklumat penting bagi kitaran hidrologi yang berlaku dalam ekosistem hutan, juga keseimbangan air tanah bencah.

*Kata kunci:* Aliran batang; hutan sekunder Tasik Chini; impak hidrologi; pintasan; spesies tempatan natif

### ABSTRACT

Part of a rainfall is captured by the crowns of the trees and other surfaces as interception, which is then evaporated back into the atmosphere. Water moves down through the forest canopy via two mechanisms; stemflow and throughfall processes. Stemflow refers to the total quantity of rain water which reach the ground through tree stems and branches. Throughfall in the other hand, is the tendency of the rainfalls to penetrate the forest canopy directly through the spaces between the leaves or by dripping from the leaves, twigs, and branches. Both components were measured in an interception plot size 100 × 100 m<sup>2</sup> in a secondary tropical forest at Tasik Chini. Thirty tree samples were used and each tree was well-identified based on their species, family, diameter breast height (DBH), canopy size and its density. In this study, the data were collected based on two rainfall events, namely in November 2007 (44.51% in throughfall form and 55.49% in stem flow form) and rainfall distribution on December 2007 (39.65% in throughfall form and 60.35% in stem flow form). This interception study provided essential information on how the function of the forest can affect the crucial hydrological cycle occurring within this forest ecosystem and the wetland water balance.

*Keywords:* Hydrological impact; interception; native local species; stem flow; Tasik Chini secondary forest

### PENDAHULUAN

Kanopi pokok mengubahsuai trajektori titisan hujan dengan membentuk partisi hujan insiden kepada aliran batang dan jatuhnya langsung. Sebahagian hujan insiden yang jatuh di kawasan hutan berkanopi dipintas, dan ditahan secara sementara di atas permukaan daun, dedahan dan batang pokok. Terdapat juga sebahagian air hujan yang dipintaskan ini akhirnya tersejat melalui proses “sejatan kanopi-basah” ataupun “kehilangan-pintasan” ( $I_c$ ). Sebahagian air hujan pula jatuh sama ada daripada hujung daun sebagai “titisan daun” ataupun melalui celahan kecil di antara kanopi sebagai “jatuhan

langsung” ( $T_p$ ). Komponen ketiga ialah air hujan dialirkan ke bawah melalui lelehan atau “aliran batang” ( $S_f$ ) (Chappell et al. 2001; Crockford & Richardson 2000). Komponen-komponen ini dihubungkan melalui persamaan berikut:

$$I_c = P_g - T_p - S_f \quad (1)$$

dengan  $P_g$  mewakili hujan kasar.

Komposisi spesies pokok di kawasan liputan vegetasi dan perubahan dalam guna tanah akan mempengaruhi keseimbangan di antara jatuhnya langsung, aliran batang,

pintasan dan kadar sejatpeluhan (Bonell 1999; Brandt 1987; Bruijnzeel 2004; Crockford & Richardson 2000; Douglas 1999). Pembolehubah ini diubahsuai oleh liputan kanopi, reka bentuk kanopi, umur pokok dalam hutan conifer dan berdaun lebar (Huber & Iroume 2001; Pypker et al. 2005), dan sistem agroperhutanan (Goetz Schroth et al. 2004).

#### FUNGSI HUTAN DALAM HIDROLOGI

Kebanyakan hutan hujan tropika di Asia Tenggara mengalami proses penyahutan dan penukaran gunatanah yang pesat beberapa tahun kebelakangan ini (Archard et al. 2002; FAO 2001). Maka timbul kesedaran iaitu tanpa pengawalan dalam penukaran gunatanah hutan, impak yang sangat signifikan akan berlaku dan mengganggu keseimbangan kitaran hidrologi. Perubahan kedalaman jumlah air hujan yang dipintas dan tersejat dari permukaan vegetasi merupakan antara gangguan penting dalam fluks hidrologi akibat kesan penukaran gunatanah hutan. Kajian kesan pembalakan terhadap proses fragmentasi hujan di beberapa hutan hujan tropika di Asia Tenggara sehingga kini memberikan keputusan yang berbeza.

Di hutan dipterokarpa tanah rendah di Kalimantan, Indonesia, pintasan hujan adalah sebanyak 11% daripada hujan kasar ( $P_g$ ) di kawasan hutan yang tiada pembalakan manakala 6% di kawasan hutan yang terdapat pembalakan (Asdak et al. 1998), iaitu menunjukkan penurunan kadar pintasan dengan kehadiran gangguan antropogenik. Bagaimanapun, hutan dipterokarpa tanah rendah di Utara Borneo, Sabah, Malaysia pula memberikan hasil kajian 91% hujan kasar ( $P_g$ ) tiba ke permukaan bumi sebagai jatuhan langsung di kawasan yang tidak dibalak, manakala 80 dan 84% jatuhan langsung direkodkan di kawasan hutan yang dibalak secara sederhana dan tinggi. (Chappell et al. 2001). Andaikan aliran batang adalah 1% di atas-kanopi hujan (Chappell et al. 2001), pintasan dalam keadaan ini dianggarkan sebanyak 8% daripada hujan kasar ( $P_g$ ) di kawasan hutan yang tidak disentuh dan sebanyak 15 dan 19% daripada hujan kasar dalam dua kawasan hutan yang dibalak, di mana kadar pintasan meningkat dengan peningkatan intensiti gangguan (Chappell et al. 2001). Kajian di kedua-dua hutan dipterokarpa tanah rendah ini memberikan hasil kajian yang sangat berbeza dalam kesan pembalakan terhadap pembahagian jatuhan hujan, oleh itu kajian lanjut perlu dilakukan. Seperti liputan rumput dan tanaman tutupbumi lain, liputan kanopi di kawasan hutan dapat meningkatkan kadar pintasan hujan (Dunisch et al. 2002), serta memperbaiki kadar infiltrasi air ke dalam tanah, serta menghadkan kadar sejatan daripada tanah (Scott et al. 2005). Hakisan jatuhan hujan juga dapat dikurangkan kerana sisa daun kering melindungi permukaan tanah secara langsung serta memperbaiki struktur tanah (Brandt 1987; Puthena & Cordery 1996).

Pokok-pokok hutan mungkin dapat memperbaiki kelembapan tanah dan keseluruhan penghasilan air sekiranya infiltrasi yang baik serta pengurangan dalam sejatan tanah melebihi sebarang penambahan dalam

kadar kehilangan air akibat sejatpeluhan (Scott et al. 2005). Kebanyakan kajian pintasan di kawasan tropika dilakukan di kawasan hutan semulajadi yang tidak diurus atau kurang diurus dengan pelbagai spesies serta lapisan kanopi (Chappell et al. 2001; Germer et al. 2005). Sebagai bandingan, *Pinus* dan *Eucalyptus* merupakan dua genus yang kerap dikaji dalam kajian pintasan berasas-perladangan (Scott et al. 2005).

Fluks air kanopi seperti pintasan dan jatuhan langsung bergantung kepada faktor iklim dan struktur vegetasi (Crockford & Richardson 2000). Liputan kanopi, lebar daun dan struktur kulit pokok merupakan di antara faktor-faktor utama dalam mempengaruhi kapasiti penyimpanan air kanopi yang juga boleh memberi kesan terhadap kadar pintasan hujan (Herwitz 1987; Van Dijk & Bruijnzeel 2001). Faktor lain adalah ketinggian pokok dan lebar kekasaran kanopi yang boleh mempengaruhi pertukaran air dan tenaga dengan atmosfera (Asdak et al. 1998; Chappell et al. 2001). Ketumpatan batang dan struktur puncak pokok juga penting dalam pembentukan lelehan batang (Holscher et al. 2004). Namun begitu, adalah sukar untuk menilai kepentingan relatif kesemua faktor penyumbang ini terhadap kadar penggantian air di kanopi hutan. Sekiranya setiap faktor dikaji secara berasingan, hasil kajian yang berbeza akan didapati.

#### OBJEKTIF DAN PERSOALAN KAJIAN

Satu kajian pintasan telah dilakukan di hutan sekunder Tasik Chini bagi dua musim berbeza iaitu musim basah (November 2007) dan musim kering (Januari 2008). Objektif kajian ini adalah untuk menentukan kadar pintasan di hutan tropika dalam kawasan lembangan Tasik Chini ini bagi dua musim berbeza. Objektif kedua adalah untuk melihat kesan perbezaan ciri-ciri fizikal sampel pokok yang dikaji dalam mempengaruhi kadar pintasan di kawasan kajian ini.

#### METODOLOGI

##### KAWASAN KAJIAN

Kawasan kajian, iaitu Tasik Chini terletak di Mukim Penyur, Pahang dalam daerah Pekan merupakan salah satu destinasi ekopelancongan Negeri Pahang. Kedudukan lokasi kajian merangkumi garis lintang  $3^{\circ}24'40''\text{U}$  hingga  $3^{\circ}26'42''\text{U}$  dan  $102^{\circ}52'18''\text{T}$  hingga  $102^{\circ}55'54''\text{T}$ . Tasik Chini terdiri daripada gabungan 12 buah jasad air terbuka yang lebih dikenali sebagai 'laut' oleh Orang Asli suku kaum Jakun. Tasik ini bersaiz lebih kurang 202 hektar ( $2.02\text{ km}^2$ ) jasad air (kekal banjir) dan 700 hektar ( $7.0\text{ km}^2$ ) kawasan paya air tawar dan hutan paya di sekelilingnya. Tasik Chini merupakan tasik semulajadi kedua terbesar di Malaysia selepas Tasik Bera. Air tasik mengalir keluar ke Sungai Pahang melalui Sungai Chini sepanjang 4.8 km (Sulong & Ekhwan 2006).

Plot kajian pintasan seluas  $100 \times 100\text{ m}^2$  (Rajah 1) telah dibina di hutan sekunder Tasik Chini. Ia merupakan

hutan hujan tropika dengan lapisan kanopi sederhana tebal. Ia terletak di kawasan beriklim khatulistiwa (panas dan lembap sepanjang tahun). Kadar taburan hujan adalah sekata dan turun sepanjang tahun. Kelembapan bandingan adalah tinggi, iaitu melebihi 80%. Kawasan ini mengalami satu suhu tahunan kira-kira 28°C. Keadaan suhu yang tinggi menyebabkan kadar penyejatan air yang tinggi ke atmosfera, di mana juga mempengaruhi kadar hujan. Kelajuan angin di kawasan kajian adalah rendah iaitu kurang daripada 0.5m/s (Nor Aseken Rosley 2007).

#### PEMILIHAN SAMPEL POKOK

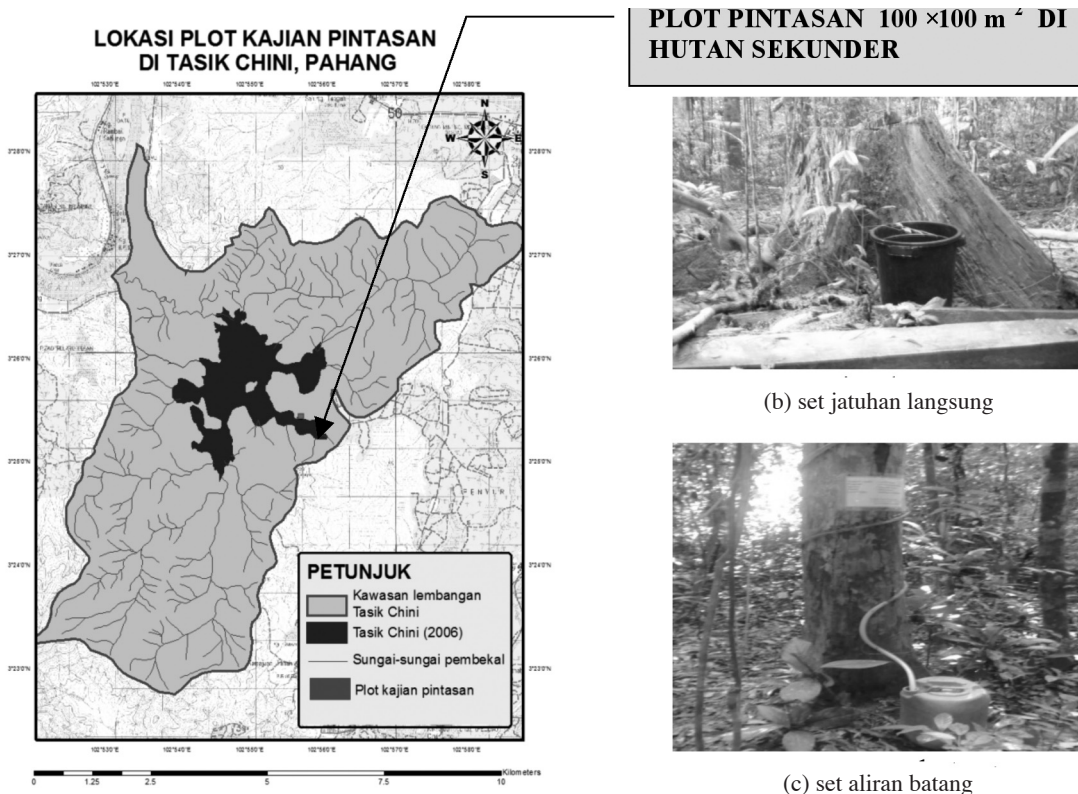
Spesies-spesies pokok yang digunakan bagi tujuan pengukuran jatuhnya langsung dan aliran batang dipilih berdasarkan saiz lilitan batang pokok (DBH>20cm), spesies-spesies pokok natif di Tasik Chini, sebanyak 30 batang pokok telah dipilih bagi tujuan pengukuran kadar aliran batang manakala 1 set jatuhnya langsung telah diletakkan di dalam kawasan plot kajian. Senarai pokok sampel yang digunakan adalah seperti dalam Jadual 1.

#### HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

##### PERILAKU HUJAN DAN KADAR PINTASAN

Jumlah hujan kasar bagi bulan November 2007 ialah 144.6 mm dengan kedalaman hujan maksimum dicatatkan adalah

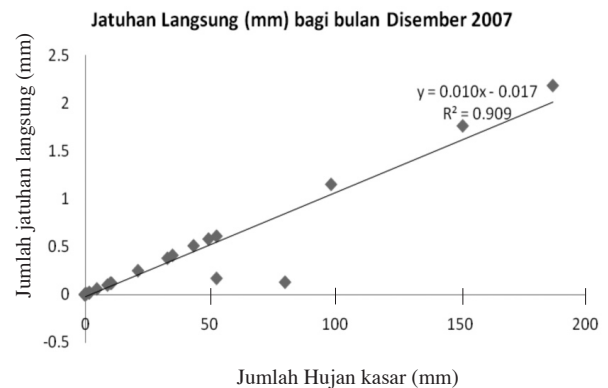
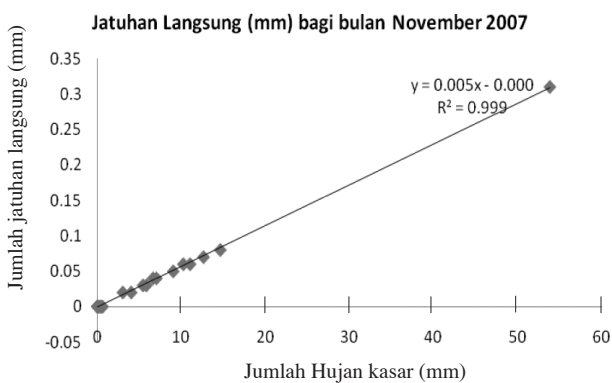
53.80 mm dan purata hujan bulan tersebut ialah 6.03 mm (sisihan piawai  $\pm 11.19$  mm). Bagi bulan Disember 2007 pula, bacaan jumlah hujan kasar yang direkodkan adalah 844.40 mm dengan kedalaman hujan maksimum dicatatkan adalah 187.00 mm dan purata hujan bulan tersebut ialah 27.24 mm (sisihan piawai  $\pm 46.11$  mm). Dalam kajian yang dilakukan perhubungan antara jumlah jatuhnya langsung dan jumlah hujan kasar dilihat dengan menggunakan teknik korelasi. Hasil yang diperolehi menunjukkan perhubungan yang wujud di antara kedua-dua pembolehubah ini mempunyai hubungan yang kuat yang mana jumlah jatuhnya langsung dipengaruhi oleh hujan kasar. Keadaan ini ditunjukkan melalui nilai pekali kolerasi yang diperolehi iaitu 0.9996 (R) dengan nilai perhubungan 0.9992 ( $r^2$ ) bagi bulan November dan 0.9535 (R) dengan nilai perhubungan 0.9092 ( $r^2$ ) (Rajah 2). Paras keertian bagi perhubungan kedua-dua pembolehubah ini ialah sebanyak 99 peratus pada bulan November dan 95 peratus pada bulan Disember. Hasil kajian juga menunjukkan hasil aliran batang yang diperolehi sangat dipengaruhi oleh hujan kasar. Ini adalah kerana jumlah aliran batang yang dikutip adalah tinggi. Keadaan ini dilihat dengan menggunakan analisis kolerasi yang dilakukan bagi melihat perhubungan antara kedua-dua komponen ini (Rajah 3). Nilai pekali kolerasi yang diperolehi ialah 0.9494 (R). Manakala paras keertian bagi pembolehubah ini ialah sebanyak 95 peratus dengan nilai perhubungan 0.9013 ( $r^2$ ).



RAJAH 1(a). Peta plot kawasan kajian pintasan di hutan sekunder Tasik Chini, Pekan, Pahang dan set jatuhnya langsung pintasan (b) dan set aliran batang (c)

JADUAL 1.0 Ciri-ciri fisiografik bagi setiap pokok sampel yang digunakan dalam pengukuran aliran batang

Nombor Pokok	Nama Spesies	Ketinggian (m)	DBH (cm)	Saiz Kanopi
1	<i>Teijsmanniodendron simplicifolium</i>	22	43.4	Sederhana tebal
2	<i>Terminalia calamansanai</i>	23	35.7	Sederhana tebal
3	<i>Shorea</i> sp.	47	72.0	Tebal
4	<i>Cryptocarya rugulosa</i>	25	47.7	Sederhana tebal
5	<i>Horsefieldia superba</i>	21	51.1	Sederhana tebal
6	<i>Pentaspadon motleyi</i>	22	39.8	Sederhana tebal
7	<i>Pentaspadon motleyi</i>	26	37.7	Sederhana tebal
8	<i>Gymnacranthera forbesii</i>	24	48.9	Jarang
9	<i>Xanthophyllum amoenum</i>	27	30.7	Sederhana tebal
10	<i>Koompassia malacceansis</i>	43	82.9	Tebal
11	<i>Canarium megalanthum</i>	26	33.5	Sederhana tebal
12	<i>Dialium laurinum</i>	40	67.2	Sederhana tebal
13	<i>Ochanostachys amentacea</i>	24	33.7	Sederhana tebal
14	<i>Shorea</i> sp.	35	65.6	Sederhana tebal
15	<i>Dialium wallichii</i>	35	56.0	Sederhana tebal
16	<i>Daryodes rugosa</i>	27	37.5	Jarang
17	<i>Syzygium cumingiana</i>	30	38.5	Sederhana tebal
18	<i>Cyathocalyx pruniferus</i>	26	31.7	Jarang
19	<i>Shorea balanocarpoides</i>	40	69.0	Sederhana tebal
20	<i>Shorea lepidota</i>	41	73.0	Sederhana tebal
21	<i>Pentaspadon motleyi</i>	44	61.5	Sederhana tebal
22	<i>Scorodocarpus borneensis</i>	31	62.7	Jarang
23	<i>Ochanostachys amentacea</i>	34	56.0	Jarang
24	<i>Shorea macroptera</i>	22	27.5	Jarang
25	<i>Canarium megalanthum</i>	25	56.2	Sederhana tebal
26	<i>Pentaspadon motleyi</i>	46	80.1	Sederhana tebal
27	<i>Shorea maxwelliana</i>	32	43.7	Sederhana tebal
28	<i>Shorea maxwelliana</i>	21	36.1	Sederhana tebal
29	<i>Syzygium clariflora</i>	24	35.8	Sederhana tebal
30	<i>Shorea maxwelliana</i>	28	34.8	Sederhana tebal



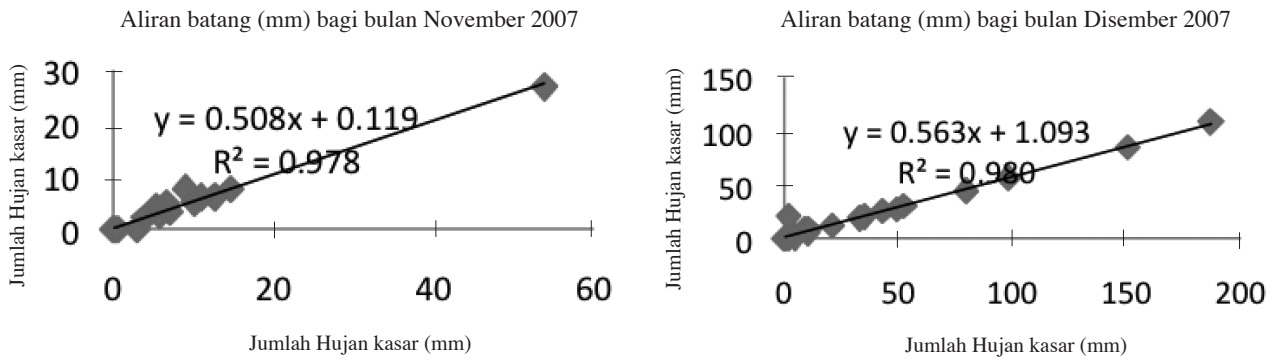
RAJAH 2. Perhubungan antara jumlah hujan dengan jatuhnya langsung

Jumlah aliran batang dikaitkan dengan suhu dan jumlah hujan. Aliran batang akan bertambah dengan pertambahan jumlah hujan kasar dan akan berkurangan dengan pertambahan suhu. Penyerakan cahaya matahari dan suhu cenderung untuk meningkatkan jumlah simpanan air oleh daun. Jadi keadaan ini wajar berlaku kerana kadar sejatan meningkat dengan pertambahan suhu (Linsley et al. 1982). Kajian ini membuktikan jika jumlah

hujan kasar adalah tinggi, maka jumlah aliran batang yang dikutip juga akan menjadi tinggi kerana masa hujan turun dan kelembatan hujan adalah sangat mempengaruhinya.

Selain itu, jumlah aliran batang dikatakan tinggi di kawasan yang beriklim sederhana berbanding dengan kawasan yang beriklim tropika. Ini adalah kerana suhu di kawasan beriklim sederhana adalah rendah dan tidak banyak mempengaruhi jumlah sejatan. Manakala





RAJAH 3. Perhubungan antara jumlah hujan dengan aliran batang.

di kawasan tropika yang menerima keamatan cahaya matahari yang tinggi menyebabkan suhu meningkat dan mengalami jumlah kadar sejatan turut meningkat selepas hujan. Dalam kajian ini, kebanyakan kanopi hutan adalah sederhana tebal dan tebal, maka hutan kajian susah menerima keamatan cahaya matahari yang banyak dan menyebabkan jumlah kadar sejatan dan suhu menjadi rendah iaitu kira-kira 28°C.

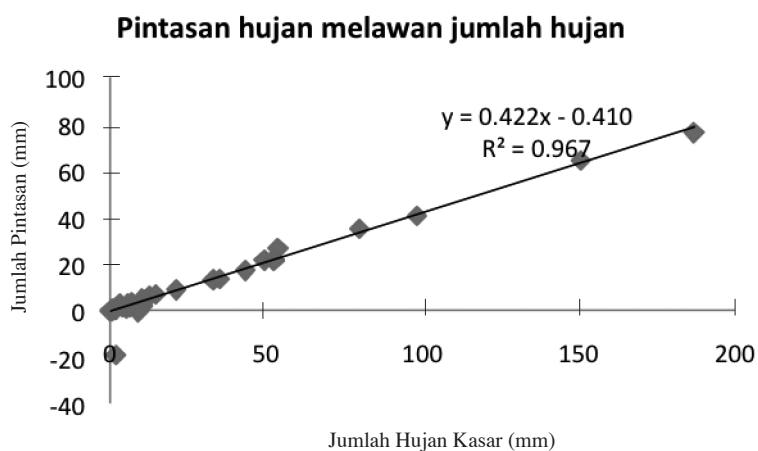
Penjelasan yang lebih lanjut ditunjukkan dengan menggunakan kaedah analisis statistik korelasi yang menunjukkan perhubungan di antara jumlah hujan kasar dan pintasan.

Nilai pekali yang diperolehi ialah 0.9832 (R) yang mana titik-titik berada dalam keadaan teratur mengikut garis lurus menunjukkan hubungan terus antara kedua-dua pembolehubah ini (Rajah 4). Keadaan ini menunjukkan kadar pintasan dipengaruhi oleh hujan yang turun di kawasan kajian. Jika jumlah hujan meningkat, maka jumlah pintasan juga akan meningkat selari dengan pertambahan jumlah hujan secara langsung. Nilai perhubungan ialah 0.967 ( $r^2$ ) dan paras keertian bagi pembolehubah ini ialah sebanyak 98%.

#### PENGARUH FISIOGRAFI POKOK

Ciri-ciri dan sifat pokok yang mempengaruhi jumlah aliran batang ialah dari segi ketinggian pokok, diameter batang, kulit pokok, kanopi, dahan, bentuk batang pokok serta ranting pokok.

Menurut Reynold dan Henderson (1967), terdapat perhubungan antara aliran batang dengan diameter pokok. Diameter pokok yang besar memerlukan jumlah hujan yang tinggi untuk permulaan aliran batang. Ini adalah kerana batang pokok perlu basah terlebih dahulu sebelum air hujan mengalir ke bawah mengikut batang pokok. Pokok yang mempunyai diameter pokok yang besar memerlukan jumlah hujan yang banyak untuk mencapai tahap kebasahan batang pokok ini. Sebab itu, jumlah aliran batang yang dapat dikumpulkan adalah berkurangan berbanding dengan pokok yang berdiameter lebih kecil dan pokok yang berdiameter kecil hanya memerlukan jumlah air yang sedikit bagi mencapai tahap kebasahan dan akan mengalir sebagai aliran batang dalam kuantiti yang lebih banyak. Di kawasan kajian ini sampel pokok yang digunakan untuk kajian aliran batang ini ialah berdiameter dari 27.5 cm hingga 82.9 cm. Ciri-ciri dan nama spesies sampel pokok ditunjukkan dalam Jadual 1.



RAJAH 4. Perhubungan antara jumlah hujan dengan jumlah pintasan

Aliran batang juga boleh dilihat daripada aspek sifat ranting, bentuk batang dan susunan daun berdasarkan jenis pokok. Jenis ranting yang mencuram ke atas dapat mengalirkan jumlah air yang lebih banyak ke batang pokok berbanding dengan ranting pokok yang menurun ke bawah menyebabkan air tidak dapat mengalir ke batang pokok (Kittredge et al. 1948; Nor Rohaizah et al. 2008).

Aspek lain yang penting yang mempengaruhi jumlah aliran batang ialah ketinggian pokok. Kittredge et al. (1948) juga mendapati bahawa terdapat hubungan yang kuat antara aliran batang dan ketinggian pokok. Kittredge juga melihat perbezaan keadaan ketinggian pokok yang menunjukkan jumlah aliran batang yang tinggi, iaitu 2.5% hingga 9.0% berbanding dengan pokok yang mempunyai saiz rendah. Keadaan ini terjadi kerana pokok yang tinggi dapat mengumpulkan air yang lebih banyak berbanding dengan pokok yang rendah.

Selain itu, sifat kulit batang pokok sama ada licin atau kasar juga boleh mempengaruhi jumlah aliran batang yang dikutip. Jumlah aliran batang yang dikutip bagi kulit pokok yang licin adalah lebih banyak berbanding dengan kulit pokok yang kasar. Jumlah aliran batang adalah kecil bagi batang pokok yang kasar, kerana ia terdapat lubang yang cenderung untuk menambahkan penyerapan air dan menyebabkan aliran batang berkurang (Helvey & Patric 1967). Menurut Kittredge et al. (1948), batang yang berkulit licin mempunyai kadar resapan yang rendah dan berupaya mengalirkan air dengan cepat kerana ia tidak disekat oleh lubang yang terdapat pada batang pokok. Hasil kajian di hutan sekunder, Tasik Chini mendapati sampel pokok yang berlabel 27, 28 dan 30 (balau kumus hitam) mempunyai jumlah aliran batang yang lebih banyak kerana kulit batangnya licin dan mempunyai ranting-ranting yang halus yang dapat menadah air hujan menyebabkan air hujan mudah mengalir ke dalam bekas tadahan. Selain itu, pokok keempat (medang) yang mempunyai diameter pokok yang besar tetapi hanya dapat menadah air hujan yang sedikit walaupun diameternya adalah besar iaitu 72cm berbanding dengan pokok kelapan (penarahan) yang berdiameter 48.9cm sahaja dapat menadah air hujan yang banyak. Sampel pokok ke-20 mempunyai ketinggian yang tinggi dan permukaan kulit pokok yang licin, sebab itu ia mampu mengumpulkan jumlah hujan yang banyak.

Ranting dan dahan pokok merupakan salah satu aspek penting dalam mempengaruhi jumlah aliran batang. Jenis dahan dan ranting yang mencuram dapat mengalirkan jumlah air yang lebih banyak pada batang pokok berbanding dengan dahan dan ranting yang mendatar menyebabkan air tidak dapat mengalir pada batang pokok (Wan Ruslan 1994). Antara lain kepadatan daun yang membentuk kanopi juga memainkan peranan penting dalam menentukan jumlah aliran batang. Kanopi yang tebal akan memerangkap air yang banyak berbanding dengan kanopi yang jarang. Hasil kajian di hutan sekunder, Tasik Chini mendapati sampel pokok keenam, iaitu dari spesies Pelong Lichin mempunyai jumlah yang lebih banyak walaupun batang pokok adalah condong dan ini akan memudahkan air hujan mengalir dengan cepat.

## KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, data yang diperolehi bagi jatuhan langsung ialah sebanyak 9.41 mm manakala bagi aliran batang mengikut spesies sebanyak 17112.78 mm. Melalui data yang diperolehi, sampel pokok kesembilan (*Xanthophyllum amoenum*, minyak beruk) mempunyai jumlah terendah, iaitu sebanyak 9.39 mm manakala sampel pokok kelima (Petaling) merupakan jumlah tertinggi iaitu 935.65 mm. Manakala bagi jumlah jatuhan langsung yang tertinggi mencatatkan 2.18 mm pada tarikh 10.12.07 dan jumlah terendah pada 20 Disember 2007, iaitu hanya 0.01 mm.

Dalam perbandingan mengenai peranan jatuhan langsung dan aliran batang dalam proses pintasan, peranan jatuhan langsung tidak begitu ketara di kawasan kajian ini. Ini adalah kerana, jumlah jatuhan langsung yang disumbangkan hanya sedikit iaitu 9.41mm sahaja. Namun begitu, kadar jatuhan langsung memberi sumbangan sedikit kepada proses pintasan di kawasan kajian. Walaupun jumlah yang diperolehi oleh jatuhan langsung lebih sedikit berbanding aliran batang, ia juga penting dalam memainkan peranan dalam kajian pintasan dan kitaran hidrologi. Manakala jumlah aliran batang adalah tinggi iaitu sebanyak 17112.78 mm di kawasan kajian adalah berpunca daripada persekitaran kawasan hutan dan ciri pokok yang mempengaruhi kadar aliran yang tinggi dan keupayaan untuk mengumpul air hujan yang banyak. Kira-kira 42.08% daripada hujan kasar dipintas dalam bentuk jatuhan langsung manakala 57.92% dalam bentuk aliran batang.

Ciri pokok seperti ketebalan kanopi, ketinggian, kulit, diameter batang, struktur dahan dan kebasahan pokok sangat mempengaruhi jumlah aliran air pada batang pokok. Selain itu, ciri iklim dan kadar hujan yang turun juga banyak mempengaruhi kadar aliran.

## PENGHARGAAN

Penyelidik merakamkan ucapan terima kasih kepada Pusat Penyelidikan Tasik Chini dan Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia yang membenarkan kajian ini dijalankan di tapak penyelidikan Hutan Simpan Tasik Chini, Pahang.

## RUJUKAN

- Archard, F., Eva, H.D., Stibig, H.-J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T. & Malingreau, J.-P. 2002. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science* 297: 999-1002.
- Brandt, J. 1987. The Effect of Different Types of Forest Management on the Transformation of Rainfall Energy by the Canopy in Relation to Soil Erosion. *Proceedings of the Forest Hydrology Watershed Management Conference. Vancouver, BC, IAHS Publication* 167: 213-222.
- Bruijnzeel, L.A. 2004. Hydrological functions of tropical forests: Not seeing the soil for the trees?. *Agric. Ecosystem Environment* 104: 185-228.
- Asdak, C., Jarvis, P.G., Van Gardingen, P. & Fraser, A. 1998. Rainfall interception loss in unlogged and logged forest

- areas of central Kalimantan, Indonesia. *Journal of Hydrology* 206: 3-4.
- Chappell, N.A., Bidin, K. & Tych, W. 2001. Modelling rainfall and canopy controls on net-precipitation beneath selectively-Logged Tropical Forest. *Plant Ecology* 153: 215-229.
- Crockford, R.H. & Richardson, D.P. 2000. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: Effect of forest type, ground cover and climate. *Hydrology Process* 14: 2903-2920.
- Douglas, I. 1999. Hydrological investigations of forest disturbance and land cover impacts in South-East Asia: A review. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B-Biol. Science* 354: 1725-1738.
- Dirk Hoßscher, Lars Köhler, Albert I.J.M. van Dijk, L.A. (Sampurno) Bruijnzeel. 2004. The Importance of Epiphytes to Total Rainfall Interception by a Tropical Montane Rain Forest in Costa Rica. *Journal of Hydrology* 292: 308-322
- Reynolds, E.R.C. & Henderson, C.S. 1967. Rainfall Interception by Beech, Larch And Norway Spruce. *Forestry* 40(2): 165-184
- FAO. 2001. Deforestation Continues At a High Rate in Tropical Areas; Fao Calls Upon Countries to Fight Forest Crime and Corruption. *Press Release 01/61*. Geneva/Rome.
- Helvey, J.D. & Patric, J.H. 1965. Canopy and litter interception of rainfall by Hardwoods of Eastern United States. *Water Resource* 1: 193-206
- Herwitz, S.R. 1987. Raindrop impact and water flow on the vegetative surface of trees and the effects on stemflow and throughfall generation, *Earth Surface Processes and Landform* 12: 425-432.
- Huber, A. & Iroume, A. 2001. Variability of annual rainfall partitioning for different sites and forest covers in Chile. *Hydrology* 248: 78-92.
- Germer, S., Elsenbeer, H. & Moraes, J.M. 2006. Throughfall and temporal trends of rainfall redistribution in an open tropical rainforest, South-Western Amazonia (Rondônia, Brazil). *Hydrology and Earth Systems Science* 10: 383-393.
- Goetz Schroth, Gustavo A.B. Da Fonseca, Celia A. Harvey, Claude Gascon, Heraldo L. Lasconcelos & Anne-Marie N. Izac. 2004. *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Washington. Covelo. London: Island Press.
- Kittredge, J. 1948. *Forest Influences*. New York: Mcgraw-Hill Book. Co.
- Linsley, R.K., Kohler, M.A. & Paulhus, J.L.H. 1982. *Hydrology for Engineers*. New York: McGraw-Hill Company.
- Nor Aseken Rosley. 2007. Analisis Pintasana, Jatuhan Langsung dan Aliran Batang di Hutan Pendidikan UKM, Bangi. Kertas Kerja Projek Ijazah Sarjana Muda, Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Nor Rohaizah Jamil, Mohd Ekhwan Toriman & Mushrifah Hj Idris. 2008. Analisis Pintasana Hujan di Hutan Sekunder Tasik Chini, Pekan Pahang. *Prosiding Persidangan Antarabangsa Sosial, Pembangunan dan Persekitaran*. UKM. 18-19 Nov 2008: p. 846-860.
- Oliver Dünisch, Markus Erbreich & Thorsten Eilers. 2002. Water Balance and Water Potentials of a Monoculture and an Enrichment Plantation of *Carapa Guianensis* Aubl. In *The Central Amazon. Forest Ecology and Management* 172(2-3): 355-367.
- Scott, D.W., Jaime, A.N. & Gene, F.P. 2005. Relationship Between Evapotranspiration and Pan Evaporation in Cold-Climature Subsurface-Flow Constructed Wetlands. *IWA Specialist Group on the Use of Macrophytes in Water Pollution Control Newsletter No. 30, October*.
- Sulong Mohamad & Mohamad Ekhwan Toriman 2006. Implikasi Struktur Kunci Air ke atas Aktiviti Pelancongan dan Penduduk di Sekitar Sungai Chini dan Tasik Chini, Pahang. *Jurnal e-Bangi*. 1(1) Julai – Disember.
- Van Dijk, A.I.J.M. & Bruijnzeel, L.A. 2001. Modelling Rainfall Interception by Vegetation of Variable Density Using an Adapted Analytical Model. Part 1. Model Description. Part 2. Model Validation for a Tropical Upland Mixed Cropping System *Journal of Hydrology* 247: 230-238 & 239-262.
- Wan Ruslan Ismail. 1994. *Pengantar Hidrologi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- William M. Putuhena & Ian Cordery 1996. Estimation of Interception Capacity of the Forest Floor. *Journal of Hydrology* 180: 283-299.
- Nor Rohaizah Jamil\*, Mushrifah Idris & Lim Wei Jing  
Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam  
Fakulti Sains dan Teknologi  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM Bangi  
Selangor, Malaysia
- Mohd Ekhwan Toriman  
Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran  
Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan  
Universiti Kebangsaan Malaysia  
43600 UKM Bangi  
Selangor, Malaysia
- \*Pengarang untuk surat-menyurat; email: norrohaizahjamil@yahoo.com
- Diserahkan: 29 Oktober 2008  
Diterima: 3 Ogos 2009