

PENGARUH FAKTOR KERUANGAN DAN MASA DALAM MENENTUKAN KADAR PINTASAN HUJAN DI KANOPI HUTAN DIPTEROKARPA, TASIK CHINI PAHANG

(Influence of Spatial and Temporal Factors in Determining Rainfall Interception at Dipterocarp Forest Canopy, Lake Chini, Pahang)

Nur Munirah Abdullah¹, Mohd Ekhwan Toriman^{1*}, Haslinur Md Din¹, Nor Azlina Ab.Aziz¹, Mohd Khairul Amri Kamarudin¹, Nurul Syazwani Abdul Rani¹, Frankie Marcus Ata¹, Mohd Hafiz Saad¹, Noraini Wahida Abdullah¹, Mushrifah Idris², Nor Rohaizah Jamil³

¹ Pusat Pengajian Sosial, Pembangunan dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan

² Pusat Pengajian Sains Sekitaran dan Sumber Alam, Fakulti Sains dan Teknologi,
Universiti Kebangsaan Malaysia Bangi, 43600 Selangor.

³ Jabatan Sains Alam Sekitar,
Universiti Putra Malaysia, Serdang, 40300 Selangor.

*Corresponding author: ekhwan@ukm.my

Abstrak

Kehilangan air hujan oleh proses pintasan dipengaruhi oleh dua mekanisme utama iaitu ciri iklim dan ciri fisiografi tumbuhan. Ciri iklim yang mempengaruhi kehilangan pintasan adalah jumlah curahan hujan (mm), kelajuan angin (m/s) dan suhu sekitar (°C). Ciri fisiografi tumbuhan yang mempengaruhi kehilangan pintasan pula terdiri daripada ketinggian, kulit, diameter, kanopi, ranting dan dahan pokok. Dengan melihat peranan iklim dan ciri fisiografi tumbuhan dalam proses pintasan, kajian ini dijalankan untuk mengukur kadar jatuhnya langsung (mm), aliran batang (mm) dan pintasan hujan (mm) serta faktor yang mempengaruhinya. Penilaian jatuhnya langsung dan pintasan hujan dilakukan di atas plot kajian bersaiz 100 x 100 meter di Hutan Dipterokarp Tasik Chini, Pahang. Kajian ini dilakukan bermula dari bulan Oktober 2009 hingga Januari 2010. Tiga puluh pokok telah dikenalpasti dan dipilih sebagai sampel kajian aliran batang berdasarkan spesies, famili, diameter aras dada (DBH) serta kepadatan dan saiz kanopi. Empat set jatuhnya langsung digunakan untuk melakukan pengukuran jatuhnya langsung. Hasil kajian mendapati nilai jatuhnya langsung (TF) dan aliran batang (SF) yang direkodkan pada empat kali kejadian hujan pada bulan Oktober 2009 ialah 0.66 % (TF) dan 99.34 % (SF), November 2009 - 0.54% (TF) dan 99.46% (SF), Disember 2009 – 0.72% (TF) dan 99.28 % (SF) dan bulan Januari 2010 - 0.49% (TF) dan 99.51% (SF). Analisis statistik juga menunjukkan wujudnya hubungan antara jumlah curahan hujan kasar dengan pintasan pada aras signifikan 0.571 (r^2) bagi bulan Disember 2009. Kajian ini membekalkan maklumat penting berkaitan dengan kitaran hidrologi dan bagaimana kanopi pokok bertindak sebagai medium pengimbang air dalam kawasan hutan.

Kata kunci: jatuhnya langsung, aliran batang, pintasan, dipterokarpa, keruangan dan masa

Abstract

The reduction of rainfall by interception process is influenced by two mechanisms namely climate and plant physiographic features. Climate features that affecting the interception loss including total rainfall (mm), wind speed (m/s) and temperature (°C). Meanwhile plant physiographic features that affect interception loss consists of tree's height, skin, diameter, canopy, twigs and branches. Looking the role of climate and plant physiographic features in the interception process, this study was conducted in order to measure the throughfall, stem flow and interception loss and the factors that influence it. The assessment of throughfall and interception loss were carried out on study plot sized 100 x 100 meter in Dipterocarp Forest of Tasik Chini, Pahang. The study was conducted from October 2009 until January of 2010. Thirty tree samples are used and each tree is well-identified based on their species, family, diameter breast height (DBH), canopy size and its density. Four sets of throughfall were used to do throughfall measurements. Results of this study found that the value of throughfall and stem flow collected based on four rainfall events namely in October 2009 where 0.66 % (TF) and 99.34 % (SF), November 2009 – 0.54 % (TF) and 99.46 % (SF), December 2009 – 0.72 % (TF) and 99.28 % (SF) and January of 2010 – 0.49 % (TF) and 99.51 % (SF). Statistical analysis

also indicates the existence of the relationship between total rainfall and interception loss with significant levels in 0.571 (r^2) in December of 2009. This study provides important information that related to the hydrological cycle and how plant's canopy can be acted as a medium of water balance in the environment.

Keywords: troughfall, stem flow, interception, dipterocarp, spartial and temporal

Pengenalan

Fungsi hutan dalam mengekalkan keseimbangan proses hidrologi dilihat melalui fungsi tumbuh-tumbuhan yang mempengaruhi corak penyebaran hujan sesuatu kawasan. Sebahagian daripada jumlah hujan yang turun akan dipintas oleh daun dan lain-lain bahagian tumbuhan, lalu tersejat ke atmosfera. Jumlah air yang tidak dipintas oleh tumbuhan akan jatuh ke tanah melalui jatuhnya langsung dan aliran batang pokok [1]. Justeru, peranan yang dimainkan oleh hutan dalam aspek hidrologi adalah melibatkan proses aliran batang, jatuhnya langsung dan pintasan.

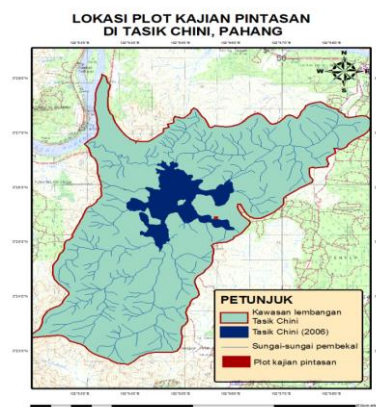
Namun begitu, kecekapan fungsi hutan dalam proses pintasan air hujan dipengaruhi oleh dua faktor utama iaitu faktor keruangan (spatial) dan masa (temporal). Perbezaan pengaruh dua faktor ini akan menghasilkan variasi dalam kadar pintasan yang dilakukan oleh sesuatu tumbuhan. Pengaruh faktor keruangan lebih menjurus kepada sifat tumbuh-tumbuhan yang menjalankan fungsi pintasan. Manakala pengaruh faktor masa pula melibatkan perbezaan dari aspek ciri meteorologi [2].

Dengan keberkesanan fungsi pintasan air hujan yang dimainkan oleh tumbuhan, pengurangan kadar larian air permukaan yang bertindak menghakis dan membawa pelbagai bentuk bahan yang dihakis menuju ke sumber air dapat dikekang. Hal ini kerana pengurangan hakisan permukaan akibat larian air permukaan merupakan indikator menentukan kualiti air yang terdapat di kawasan sumber air berhampiran.

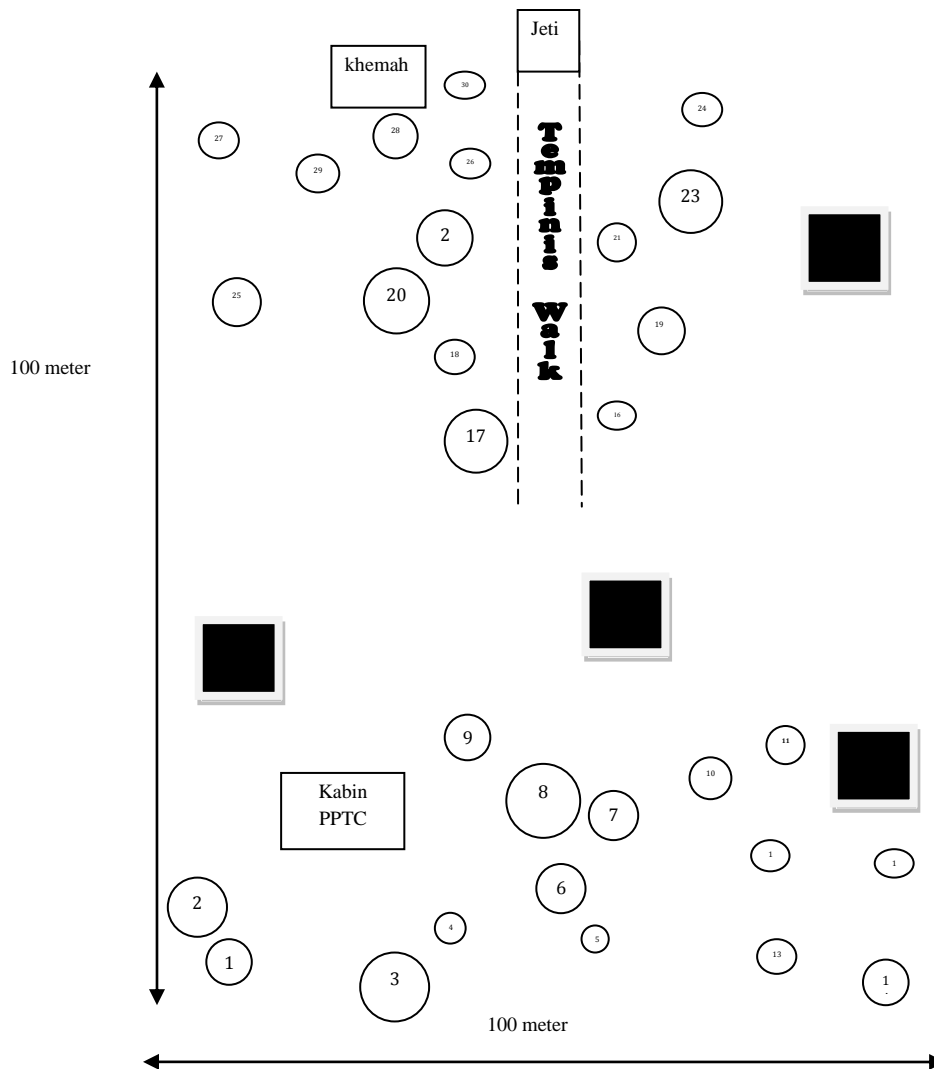
Antara objektif dalam menjalankan kajian pintasan ini termasuklah; (i) mengkaji ciri fisiografi pokok sampel di plot pintasan, (ii) mengukur kadar jatuhnya langsung, aliran batang dan pintasan hujan, dan (iii) mengenalpasti faktor keruangan dan masa yang mempengaruhi kadar pintasan.

Metodologi

Tasik Chini terletak di bahagian tenggara Pahang, Malaysia yang mempunyai bacaan kedudukan pada garis lintang merangkumi 3°24'40"U hingga 3°26'42"U dan 102°52'18"T hingga 102°55'54". Juga Sinonim dengan kelebihan sebagai tasik semulajadi yang kedua terbesar di Malaysia. Dengan kedudukan plot kajian yang terletak dalam lingkungan kawasan beriklim khatulistiwa, ianya menerima taburan hujan yang sekata sepanjang tahun dengan keadaan cuaca yang panas dan lembap. Selain kadar kelembapan bandingan yang tinggi (80 %), plot kajian juga mempunyai purata suhu tahunan sebanyak 28 °C. Turut dicirikan dengan purata kelajuan angin yang rendah iaitu 0.5 m/s [3;4]. Rajah 1 menunjukkan peta Tasik Chini dan kedudukan titik plot kajian. Manakala Rajah 2 pula merupakan peta kuadrat setiap pokok di plot kajian berukuran 100 meter x 100 meter pintasan Tasik Chini, Pahang.



Rajah 1. Peta Tasik Chini dan titik plot kajian pintasan di Tasik Chini, Pahang.



Rajah 2. Kedudukan kuadrat pokok sampel dan set jatuhan langsung dalam plot kajian 100 meter X 100 meter (sumber: Kerja Lapangan, 2009).

Petunjuk ○ = Pokok sampel ■ = Set Jatuhan Langsung

Skala 1 cm : 4 meter

Pemilihan Sampel Pokok

Sebanyak 30 batang pokok telah dipilih sebagai set aliran batang dan kriteria dalam pemilihan pokok yang diambil adalah pokok yang mempunyai ukuran lilit pokok lebih daripada 20 mm pada paras dada pengkaji. Empat set jatuhan langsung pula diletakkan secara rawak di plot pintasan untuk mendapatkan nilai jatuhan langsung (Tf). Foto 2 & 3 menunjukkan set aliran batang dan jatuhan langsung.



Foto 1: Pokok set aliran batang



Foto 2: Set jatuhan langsung

Analisis Data

Untuk mendapatkan nilai pintasan hujan, rumus yang digunakan ialah [5, 6] :

$$I = R - (Sf + Tf) \quad (1)$$

iaitu:

I = pintasan
R = hujan kasar
Sf = aliran batang
Tf = jatuhan langsung

Hasil dan Perbincangan

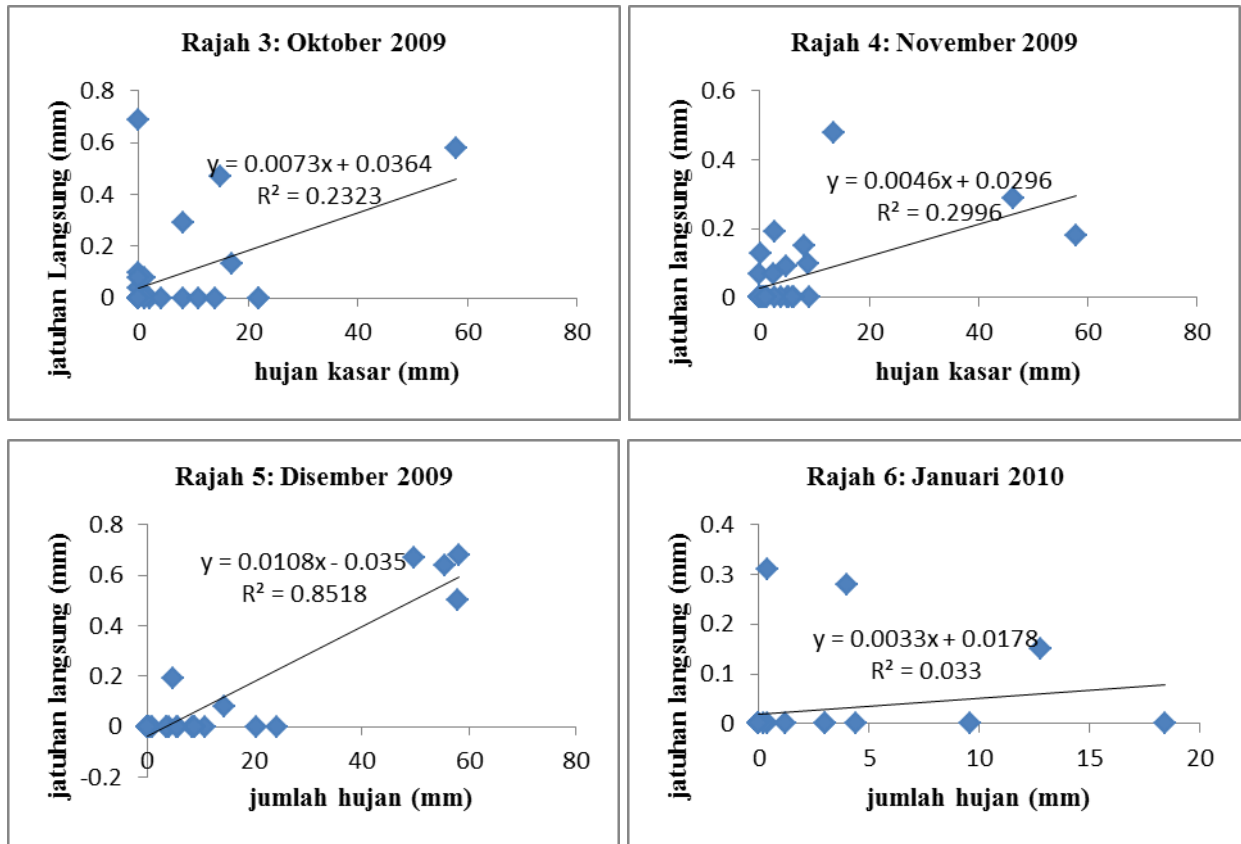
Menurut Chappell *et al.* [5] dan Crockford & Richardson [6], pintasan merangkumi tiga komponen utama iaitu jatuhan langsung (Tf), aliran batang (Sf) dan hujan kasar (R). Hubungan antara ketiga-tiga komponen dianalisis dengan ujian statistik kolerasi regrasi.

Jumlah Hujan Kasar

Hutan dipterokarpa Tasik China Pahang merupakan salah satu hutan hujan tropika dan mempunyai ciri kanopi pokok yang sederhana tebal. Disebabkan kedudukannya dalam lingkungan khatulistiwa, hutan ini menerima hujan sekata sepanjang tahun disamping dipengaruhi oleh fenomena monsun. Berdasarkan kajian, jumlah hujan kasar bulan Oktober 2009 ialah 183.0 mm (sisihan piawai ± 1.19 mm). Bulan November dan Disember pula masing-masing mencatatkan jumlah hujan kasar 200.1 mm (sisihan piawai ± 1.30 mm) dan 356.0 mm (sisihan piawai ± 1.83 mm). bulan Januari mencatatkan curahan hujan kasar sebanyak 57.4 mm (sisihan piawai ± 4.26 mm).

Perilaku Hujan Dan Jatuhan Langsung

Hubungan antara jumlah jatuhan langsung yang berlaku adalah bergantung kepada jumlah curahan hujan kasar yang turun dalam suatu tempoh tertentu. Ini bermakna, semakin tinggi jumlah curahan hujan yang diterima dalam sesebuah bulan, jumlah jatuhan langsung yang dicatatkan juga adalah tinggi. Perhubungan antara jumlah jatuhan langsung dengan jumlah curahan hujan kasar bagi setiap bulan sepanjang tempoh kajian ditunjukkan pada Rajah 3-6.

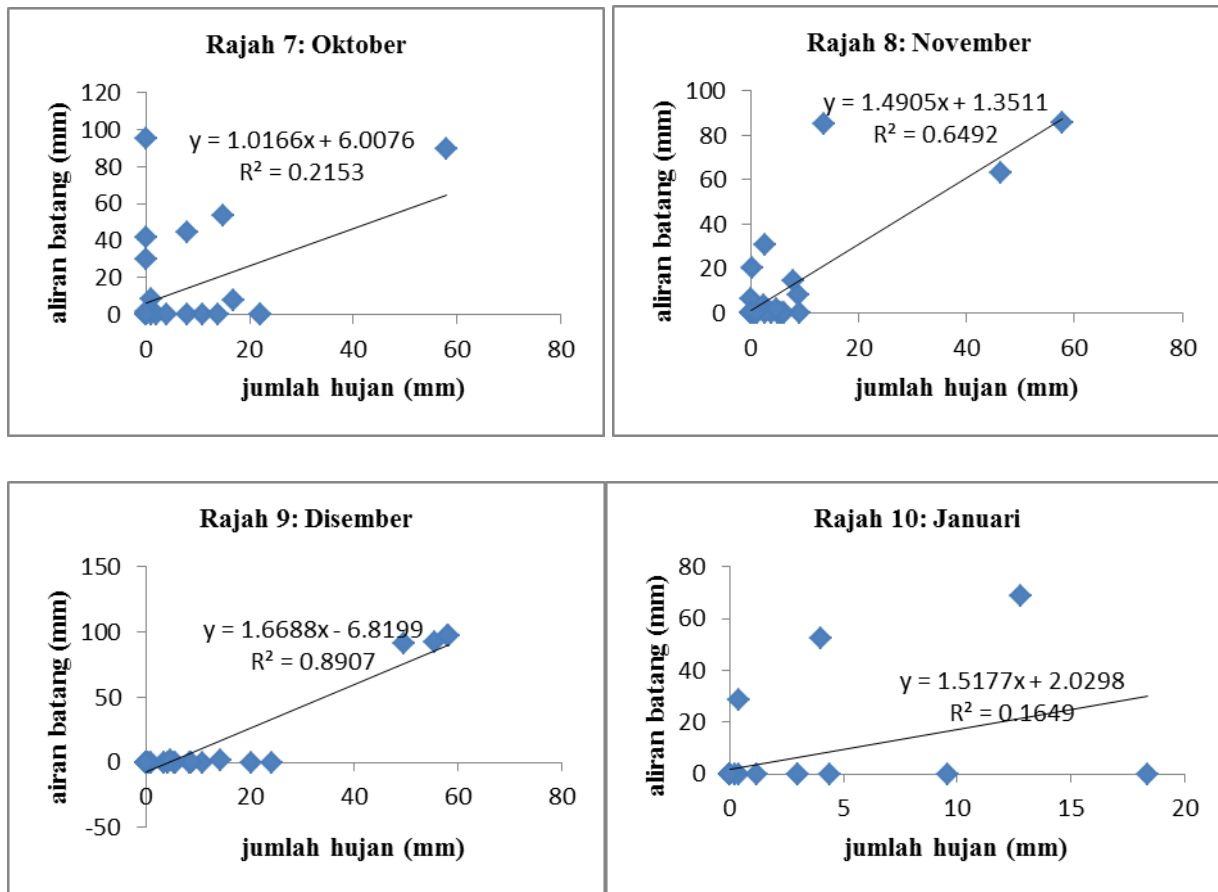


Rajah 3-6. Perhubungan antara jumlah hujan dengan jatuhan langsung bagi bulan Oktober 2009 hingga Januari 2010 (sumber: Kerja Lapangan 2009/2010).

Berdasarkan kepada Rajah 3-6, perilaku antara jumlah hujan kasar dengan jatuhan langsung adalah berbeza bagi setiap bulan mengikut musim. Melalui teknik kolerasi, hubungan yang ditunjukkan bagi perilaku hujan dan jatuhan langsung bulan Oktober 2009 adalah sangat lemah iaitu $r^2=0.232$. Bulan November 2009 juga menunjukkan hubungan kolerasi lemah dengan nilai pekali kolerasi $r^2=0.275$. Faktor hubungan yang lemah ini disebabkan kerana bulan November adalah permulaan bagi musim hujan. Bulan Disember 2009 pula mewakili musim hujan telah menunjukkan hubungan kolerasi yang tinggi antara jumlah hujan dan jatuhan langsung, iaitu $r^2=0.851$. Bagi bulan Januari 2010 pula, hubungan yang ditunjukkan antara komponen hujan dan jatuhan langsung tidak kuat dengan nilai pekali kolerasi $r^2=0.033$.

Perilaku Hujan Dan Aliran Batang

Perilaku hujan kasar dan aliran batang berdasarkan kajian adalah berbeza bagi setiap bulan. Jumlah aliran batang pada bulan Oktober ialah 372.27 mm (sisihan piawai ± 2.60 mm). Bulan November dan Disember pula masing-masing mencatatkan jumlah aliran batang sebanyak 319.86 mm (sisihan piawai ± 2.41 mm) dan 382.67 mm (sisihan piawai ± 3.23). Manakala bulan Januari pula mencatatkan jumlah aliran batang sebanyak 150.04 mm (sisihan piawai ± 1.59). Nilai pekali kolerasi bagi bulan Oktober ialah 0.215 (r^2), bulan November ialah 0.649 (r^2), bulan Disember ialah $r^2=0.890$ dan bulan Januari pula ialah $r^2=0.164$. Perhubungan antara jumlah hujan kasar dan aliran batang sepanjang tempoh kajian ditunjukkan dalam Rajah 7 hingga 10.



Rajah 7-10. Perhubungan antara jumlah hujan dengan aliran batang dari bulan Oktober 2009 hingga Januari 2010 (sumber: Kerja Lapangan 2009/2010).

Perilaku Hujan Dan Pintasan

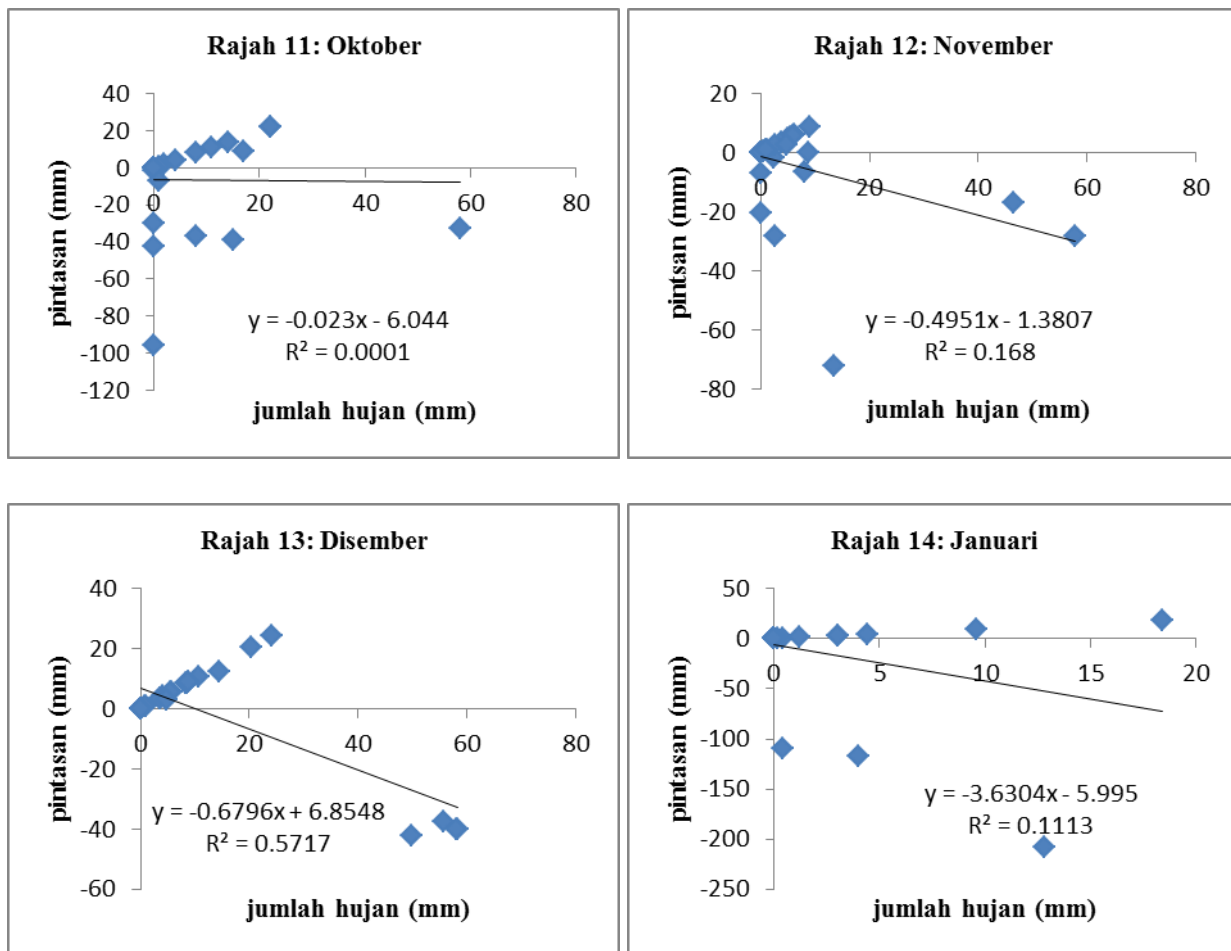
Pintasan hujan amnya merujuk kepada kehilangan air hujan sebelum ianya sampai ke permukaan bumi. Kehilangan air hujan yang berlaku adalah bergantung kepada halangan-halangan yang terdapat di sesebuah kawasan. Halangan-halangan ini boleh terdiri daripada kanopi tumbuh-tumbuhan yang akan menjalankan fungsi storan sementara yang memerangkap jatuhnya air hujan supaya tidak terus jatuh ke permukaan bumi. Apabila air hujan jatuh dan dipintas oleh liputan tumbuh-tumbuhan di permukaan bumi, ianya akan mengalir melalui ranting, dahan, batang dan juga daun-daun pokok. Menurut Ismail [7], hujan yang turun di kawasan hutan akan dipintas oleh kanopi pokok sebelum sampai ke permukaan bumi. Apabila jatuhnya air hujan yang turun diperangkap oleh fungsi tumbuh-tumbuhan, ianya akan memberi masa kepada tanah untuk menjalankan proses susupan air hujan dengan lebih efektif dan melengkapkan kitaran hidrologi sesebuah kawasan.

Berdasarkan kajian, nilai pintasan yang dicatatkan bagi setiap bulan adalah berbeza-beza dan ianya dipengaruhi oleh nilai jumlah hujan kasar (mm), aliran batang (mm) dan jatuhnya langsung (mm) yang direkodkan bagi setiap bulan. Kajian yang dilakukan sepanjang tempoh bulan Oktober 2009 hingga Januari 2010, perilaku hujan kasar dan pintasan hujan adalah berbeza setiap bulan. Pada bulan Oktober, jumlah keseluruhan pintasan yang dicatatkan ialah -191.73 mm (sisihan piawai ± 2.32 mm). Bulan November dan Disember masing-masing mencatatkan nilai pintasan sebanyak -121.51 mm (sisihan piawai ± 1.61 mm) dan -29.49 mm (sisihan piawai ± 1.64 mm). Bulan Januari pula mencatatkan nilai pintasan -394.23 mm (sisihan piawai ± 4.63 mm).

Nilai pekali kolerasi bagi bulan Oktober, November, Disember dan Januari masing-masing mencatatkan nilai $r^2=0.0001$, $r^2=0.138$, $r^2=0.571$ dan $r^2=0.111$. Perilaku perhubungan antara hujan kasar dan pintasan ditunjukkan dalam Rajah 11, 12,13 & 14. Bulan Disember 2009 merupakan bulan yang mencatatkan hubungan perilaku antara hujan kasar dengan pintasan yang tinggi dengan nilai signifikan $r^2=0.571$ berbanding dengan bulan yang lain sepanjang tempoh kajian. Bulan Oktober 2009 pula merupakan bulan yang mencatatkan nilai signifikan paling rendah iaitu $r^2=0.000$. Nilai pintasan bagi bulan November 2009 dan Januari 2010 pula, masing-masing mencatatkan nilai signifikan $r^2=0.168$ dan $r^2=0.111$. Perbezaan diantara nilai signifikan perilaku hujan dan pintasan berlaku disebabkan faktor utamanya iaitu perbezaan jumlah curahan hujan yang diterima bagi setiap bulan sepanjang tempoh kajian. Hal ini berlaku kerana semakin tinggi jumlah curahan hujan yang diterima, maka semakin tinggi juga nilai pintasan yang boleh dilakukan oleh tumbuhan di sesebuah kawasan. Namun, faktor keruangan seperti ciri fisiografi pokok sampel tidak boleh diabaikan dalam menentukan kekuatan kadar pintasan yang berlaku.

Faktor Reruang Dalam Menentukan Kadar Jatuhan Langsung, Aliran Batang & Pintasan Hujan

Ciri-ciri dan sifat pokok yang mempengaruhi jumlah jatuhan langsung, aliran batang dan pintasan ialah dari segi ketinggian pokok, diameter batang (DBH), kulit pokok, kanopi, dahan serta ranting pokok. Jadual 1 menunjukkan data bagi ciri fisiografi pokok sampel di kawasan kajian.



Rajah 11-14. Perhubungan antara jumlah hujan dengan pintasan bagi bulan Oktober hingga Januari (sumber: Kerja Lapangan 2009/2010).

Jadual 1. Data nama spesies, nama tempatan dan ciri fisiografi setiap pokok sampel di kawasan hutan terdedah

Pokok	Nama spesies	Nama tempatan	Ketinggian (m)	DBH (cm)	Saiz kanopi
1	<i>Syzygium sp</i>	Kelat	180.56	148	Jarang
2	<i>Shorea balanocarpoides</i>	Damar katup	235.46	193	Sederhana padat
3	<i>Ochanostachys amentacea</i>	Petaling	235.46	238	Jarang
4	<i>Xanthophyllum obscurum</i>	Minyak berok	120.78	99	Sederhana padat
5	<i>Hopea mengarawan</i>	Merawan penak	107.36	88	Jarang
6	<i>Shorea macroptera</i>	Meranti melantai	192.76	158	Jarang
7	<i>Xanthophyllum spp</i>	Minya berok	195.2	160	Jarang
8	<i>Heritiera simplicifolia</i>	Mengkuang siku keluang	170.8	240	Jarang
9	<i>Mangifera gracilipes</i>	Machang	179.34	147	Jarang
10	<i>Shorea bracteolate Dyer</i>	Meranti Pa'ang	167.14	137	Jarang
11	<i>Hopea sangal Korth</i>	Merawan siput	150.06	123	Sederhana padat
12	<i>Palaquium hexandrum engl.</i>	Nyatoh jambak	150.06	123	Padat
13	<i>Pimeleodendron griffithianum</i>	Perah ikan	136.64	112	Sederhana padat
14	<i>Endospermum diadenum</i>	Sesenduk	179.34	147	Padat
15	<i>Gymnacranthera bancana (Miq) sinclair</i>	Panarahan	123.22	101	Padat
16	<i>Shorea macroptera</i>	Meranti melantai	114.68	94	Padat
17	<i>Shorea leprosula Miq</i>	Meranti tembaga	246.44	202	Sederhana padat
18	<i>Sarcotheca griffithii</i>	Pupoi	135.42	111	Sederhana padat
19	<i>Dyera costulata</i>	Jelutong	183	150	Padat
20	<i>Shorea sp</i>	Damar hitam	257.42	211	Padat
21	<i>Streblus elongatus</i>	Tempinis	150.06	123	Padat
22	<i>Pentaspadon motleyi</i>	Pelong lichin	219.6	180	Sederhana padat
23	<i>Dipterocarpus costulatus</i>	Keruing kipas	246.44	202	Padat
24	<i>Streblus elongatus</i>	Tempinis	131.76	108	Sederhana padat
25	<i>Dialium laurinum</i>	Keranji sp.	190.32	156	Jarang
26	<i>Dacryodes puberula</i>	Kedondong serong	102.48	84	Jarang
27	<i>Syzygium sp.</i>	Kelat sp	152.5	125	Sederhana padat
28	<i>Dipterocarpus crinitus</i>	Keruing sp	173.24	142	Sederhana padat
29	<i>Streblus elongatus</i>	Tempinis	143.96	118	Jarang
30	<i>Syzygium sp.</i>	Kelat	124.32	111	Padat

Wujudnya perbezaan fungsi tumbuhan dalam menjalankan pintasan mengikut ketinggian. Faktor ketinggian ini dipengaruhi oleh jumlah curahan yang turun. Pokok yang tinggi berkemampuan untuk mengalirkan aliran batang yang lebih banyak berbanding dengan pokok yang rendah [8, 9]. Keadaan ini turut disokong oleh jumlah curahan hujan yang turun. Semakin banyak jumlah curahan hujan, maka semakin tinggi aliran batang yang berlaku. Peningkatan aliran batang ini akan memberi pengaruh kepada fungsi pintasan. Apabila jumlah hujan bertambah, secara langsung akan membawa pertambahan kepada jatuhan langsung dan aliran batang. Hal ini menyebabkan tumbuhan mampu meningkatkan lagi fungsi pintasan hujan.

Selain itu, perilaku antara jumlah hujan dengan jatuhan langsung, aliran batang dan pintasan juga boleh dilihat dari segi diameter batang pokok. Pokok yang mempunyai diameter batang yang besar memerlukan curahan jumlah hujan yang tinggi untuk membolehkan berlakunya pembasahan yang sempurna pada batang pokok [10]. Apabila pembasahan batang pokok yang sempurna berjaya dilakukan, barulah permulaan aliran batang berlaku menuju ke lantai tanah. Pendapat ini bertepatan dengan analisis yang dilakukan di plot kajian melihat perbandingan antara pokok yang mempunyai diameter terbesar dan terkecil dalam musim hujan dan selepas musim hujan. Pokok yang berlabel 8 iaitu Mengkuang Siku Keluang merupakan pokok yang berdiameter terbesar iaitu 240 cm. Pengaruh diameter dapat dilihat apabila pokok ini mencatatkan jumlah aliran batang pada bulan Disember 2009 sebanyak 163.97 mm dan 98753 mm pada Januari 2010. Berbeza dengan pokok berlabel 26 yang mempunyai diameter terkecil iaitu pokok Kedondong Serong, 84 cm. Jumlah aliran batang bagi bulan Disember 2009 yang dicatatkan ialah 509.44 dan 166.67 pada Januari 2010. Keadaan ini jelas menunjukkan pokok yang mempunyai diameter lebih besar akan mencatatkan aliran batang yang lebih rendah berbanding pokok berdiameter kecil. Hal ini kerana pokok yang berdiameter besar memerlukan hujan yang tinggi untuk melakukan pembasahan sempurna, lalu membolehkan aliran batang berlaku.

Kulit pokok juga memberi pengaruh besar khususnya terhadap perilaku hujan dengan aliran batang. Pokok yang mempunyai tekstur kulit yang lebih licin cenderung untuk mempunyai aliran batang yang tinggi kerana membenarkan aliran air tanpa halangan seperti pokok yang berkulit kasar [8, 11]. Berdasarkan analisis yang dilakukan, pokok yang berlabel 3 iaitu Petaling merupakan pokok yang mempunyai tekstur kulit yang kasar dan berlubang-lubang seperti yang ditunjukkan pada Foto 3. Jumlah aliran batang yang dicatatkan pada bulan Disember 2009 ialah 165.41 mm. Berbeza dengan pokok berlabel 29 (foto 4) iaitu Tempinis yang mempunyai tekstur kulit yang lebih licin, aliran batang yang dicatatkan pada bulan yang sama ialah 444.15 mm. Perbezaan jumlah aliran batang akibat pengaruh tekstur kulit pokok di kawasan kajian mengukuhkan lagi hujah pengkaji terdahulu yang mengemukakan teori wujudnya pengaruh tekstur kulit pokok terhadap perilaku hujan dan aliran batang. Secara tidak langsung, pengaruh tekstur kulit pokok terhadap aliran batang akan mempengaruhi kadar pintasan yang mampu dilakukan oleh pokok.

Disamping itu, sifat tumbuhan seperti ciri kanopi dan orientasi daunnya turut mempengaruhi perilaku jumlah hujan dengan jatuhan langsung, aliran batang dan pintasan. Ciri kanopi dan orientasi daun akan menentukan berapa banyak jumlah air yang mampu disimpan oleh pokok. Kemampuan kanopi pokok untuk memerangkap hujan yang turun dikenali sebagai "crown capacity" [2]. Apabila kanopi pokok menjalankan fungsi storan sementara, maka aliran batang akan turun perlahan-lahan menuju ke lantai tanah. Tempoh yang diambil oleh air yang bertakung di simpanan sementara kanopi pokok ini memberi masa kepada suhu setempat untuk melakukan sejatan. Hal ini menyebabkan aliran batang yang terhasil berkurangan. Justeru, berdasarkan pemerhatian di lapangan, pokok sampel yang mempunyai saiz kanopi yang padat cenderung untuk menghasilkan aliran batang yang rendah berbanding pokok yang mempunyai kanopi yang jarang.

Contoh pengaruh kepadatan kanopi terhadap aliran batang dilihat pada pokok sampel 23 iaitu Keruing Kipas yang mempunyai kanopi yang padat seperti yang ditunjukkan pada Foto 5. Jumlah aliran batang yang dicatatkan pada bulan Disember 2009 ialah 258.92 mm. Berbeza pula dengan pokok sampel 26 iaitu Kedondong Serong yang mempunyai kanopi jarang seperti yang ditunjukkan dalam Foto 6. Jumlah aliran batang yang dicatatkan pada bulan yang sama ialah 508.99 mm. Jumlah aliran batang yang tinggi pada pokok sampel 26 ini didorong oleh saiz kanopi yang jarang disebabkan ketidakberkesanan kanopi menjalankan fungsi storan sementara yang memerangkap hujan

yang turun. Hujan sebaliknya terus mengalir ke batang pokok melalui tempias jatuhnya langsung, lelehan di bahagian ranting dan dahan kanopi. Dengan kata lain, kanopi pokok yang mampu memerangkap jumlah air hujan yang banyak akan menghasilkan nilai pintasan yang tinggi.



Foto 3. Tekstur kulit pokok berlabel 3, Petaling.

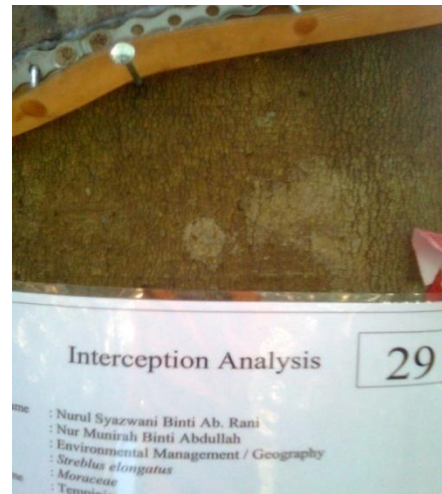


Foto 4. Tekstur kulit pokok label 29, Tempinis.

Kajian ini selari dengan hasil kajian yang dilakukan oleh penyelidik Musa [12] tentang peranan aliran batang dan jatuhnya langsung dalam sistem hidrologi hutan sekunder, UKM Bangi. Kajian tersebut telah memperlihatkan bagaimana pokok yang mempunyai kanopi yang padat dan orientasi yang mencuram ke atas mempunyai keupayaan untuk mengalirkan jumlah aliran batang yang lebih tinggi. Jumlah aliran batang yang tinggi secara langsung menunjukkan keberkesanan pintasan yang dilakukan oleh pokok sampel di kawasan kajian.

Dari segi dahan dan ranting pokok pula, ianya turut menentukan corak aliran jatuhnya langsung dan aliran batang yang akan berlaku. Ranting yang mencuram ke atas mampu menghasilkan aliran air yang lebih banyak ke batang pokok berbanding dengan ranting pokok yang menurun ke bawah kerana ia menghalang air untuk mengalir ke batang pokok [8, 9]. Ciri dahan dan ranting dalam mempengaruhi aliran batang turut disokong oleh Ismail [7] yang mana telah menyatakan ciri dahan dan ranting yang mendarat akan mengurangkan lagi kebolehan air hujan untuk mengalir pada batang pokok.

Berdasarkan pemerhatian di lapangan juga, didapati pokok sampel kajian berada dalam kedudukan yang rapat dengan pokok bukan sampel yang lain. Kedudukan pokok yang saling berdekatan ini menyebabkan kanopi pokok cenderung untuk membesar dalam keadaan yang berlapis antara satu sama lain. Ini bermakna kanopi pokok bukan sampel boleh jadi bertindih di atas kanopi pokok sampel kajian. Bertindihan kanopi antara pokok bukan sampel di atas pokok sampel di plot kajian dilihat cenderung untuk menghasilkan jatuhnya langsung dan aliran batang yang bersifat menumpang. Dengan kata lain, jatuhnya langsung dan aliran batang yang dikutip boleh jadi berpunca dari kanopi pokok lain yang bertindih dengan pokok sampel.



Foto 5: Kanopi sampel pokok 23, Keruing Kipas.



Foto 6: Kanopi sampel pokok 26, Kedondong Serong.

Pemerhatian adalah sama dengan kajian yang pernah dilakukan oleh penyelidik Toriman *et. al* [13] di hutan Dipterokap Tasik Chini. Dalam kajian tersebut, pokok sampel dilihat cenderung untuk membesar dalam keadaan yang hampir antara pokok-pokok yang lain sehingga menghasilkan pelbagai lapisan kanopi yang bertingkat dan bertindih. Hal ini seterusnya memberi kesan kepada nilai pintasan yang dicatatkan kerana pokok sampel cenderung untuk mengumpul jumlah aliran batang yang tinggi hasil dari pertindihan pelbagai lapisan kanopi pokok di plot kajian. Semakin besar dan padat saiz kanopi, semakin tinggi jumlah aliran batang yang dilakukan. Ini kerana kanopi pokok berjaya menjadi storan sementara yang efektif untuk menadah air hujan dan mengalirkannya perlahan-lahan ke batang pokok.

Faktor Masa Dalam Menentukan Kadar Jatuhan Langsung, Aliran Batang & Pintasan Hujan

Secara keseluruhannya, nilai jatuhan langsung, aliran batang dan pintasan di pengaruhi oleh kelajuan tiupan angin dan perbezaan jumlah hujan yang turun mengikut musim sepanjang tempoh kajian dijalankan. Pengaruh kelajuan angin terhadap jatuhan langsung menunjukkan perhubungan yang positif. Nilai jatuhan langsung akan meningkat sekiranya kelajuan angin meningkat. Keadaan yang sebaliknya juga berlaku di mana jatuhan langsung akan berkurangan apabila kelajuan angin bertiup perlahan [14]. Keadaan yang sama ditunjukkan dalam perhubungan antara kelajuan angin dengan jumlah aliran batang. Semakin kuat kelajuan angin, semakin tinggi nilai aliran batang yang direkodkan. Hal ini berlaku kerana angin yang kuat mempunyai kemampuan untuk menyebarkan hujan yang bertakung di bahagian daun, kanopi, ranting dan dahan pokok. Penyebaran hujan oleh tindakan angin di sebelah atas pokok menyebabkan air hujan akan mengalir menjadi aliran batang menuju ke lantai tanah.

Namun begitu, terdapat sesetengah keadaan menunjukkan perhubungan yang negatif antara kelajuan angin dengan jumlah jatuhan langsung dan aliran batang yang seterusnya akan memberi kesan kepada fungsi tumbuhan untuk menjalankan pintasan. Menurut Jones [2], kelajuan dan perolakan angin yang kuat mampu meningkatkan lagi kadar sejat peluhan yang dilakukan oleh pokok. Hal ini menyebabkan berlakunya kegagalan tumbuhan memainkan peranan untuk melakukan pintasan dengan lebih efektif. Dengan kata lain, kelajuan dan perolakan angin yang kuat akan mengganggu pemerangkapan jatuhan hujan oleh ciri-ciri fisiografi tumbuhan yang akan mengalir sebagai aliran batang.

Pengaruh iklim yang dicirikan oleh tiupan angin monsun bertepatan dengan keadaan yang berlaku pada bulan Oktober 2009 yang mencatatkan hubungan kolerasi antara jumlah hujan kasar dengan jumlah jatuhan langsung dan aliran batang yang lemah. Bulan Oktober 2009 adalah merupakan musim peralihan monsun Barat Daya ke Timur

Laut yang mana dicirikan oleh tiupan dan kelajuan angin yang kuat. Keadaan ini mempengaruhi pintasan apabila tiupan angin yang kuat semasa peralihan monsun telah menempiaskan titisan hujan yang terperangkap pada ciri fisiografi tumbuhan seperti dahan, ranting dan kanopi pokok. Peranan angin menempiaskan titisan hujan telah mengurangkan jumlah aliran batang lalu memberi kesan kepada kebolehan pokok untuk melakukan fungsi pintasan.

Bagi nilai pekali kolerasi untuk jumlah hujan dan jatuhan langsung bulan Oktober 2009 ialah $r^2=0.232$. hubungan kolerasi antara jumlah hujan dan aliran batang pula ialah $r^2=0.215$. Manakala hubungan kolerasi bagi jumlah hujan dan pintasan ialah $r^2=0.000$. Berdasarkan kajian, perhubungan yang lemah bagi jumlah hujan dengan jatuhan langsung, aliran batang dan pintasan pada bulan Oktober boleh dikaitkan dengan tiupan angin peralihan monsun yang berkelajuan tinggi. Tiupan angin yang kuat ini telah meningkatkan lagi kadar sejatan semasa air bertakung pada kanopi pokok. Ini bermakna, sejumlah besar air yang telah distor sementara waktu telah tersejat dalam atmosfera sebelum dipintas oleh tumbuhan melalui aliran batang dan jatuhan langsung.

Selain itu, pengaruh iklim terhadap perilaku jatuhan langsung, aliran batang dan pintasan boleh dilihat melalui hubungannya dengan jumlah hujan yang turun dalam sesuatu masa. Hubungan positif terbentuk di antara jumlah hujan dengan jatuhan langsung dan aliran batang. Hubungan yang positif ini kemudiannya akan memberi pengaruh terhadap nilai pintasan yang berlaku. Pertambahan jumlah jatuhan langsung dan aliran batang adalah selari dengan pertambahan jumlah hujan. Ini bermakna, semakin tinggi jumlah hujan, maka semakin tinggi nilai jatuhan langsung dan pintasan hujan yang dicatatkan [15].

Kajian yang dilakukan oleh Jamil *et.al* [8] di hutan sekunder Tasik Chini, Pahang menunjukkan jumlah aliran batang adalah berkadar langsung dengan suhu dan jumlah hujan. Hubungan yang berlaku menunjukkan berlakunya pertambahan aliran batang apabila jumlah hujan bertambah. Namun, pengurangan nilai aliran batang berlaku sekiranya peningkatan suhu terjadi. Hal ini kerana peningkatan suhu akan menyebabkan berlakunya sejatan yang lebih efektif terhadap simpanan air sementara di kanopi pokok. Sejatan seterusnya menyebabkan berkurangnya jumlah air yang akan dialirkan sebagai aliran batang menuju ke lantai tanah.

Kerelevanan pengaruh jumlah hujan terhadap perilaku jatuhan langsung, aliran batang dan pintasan boleh dilihat pada bulan Disember 2009 yang mencatatkan perhubungan kolerasi yang kuat. Nilai pekali kolerasi bagi hubungan jumlah hujan dengan jatuhan langsung ialah $r^2=0.851$. Bagi hubungan antara jumlah hujan dengan aliran batang, nilai pekali kolerasi yang dicatatkan ialah $r^2=0.890$. Manakala hubungan jumlah hujan dengan pintasan pula mencatatkan nilai pekali kolerasi $r^2=0.571$ mm. Pertambahan jumlah hujan kasar pada bulan Disember iaitu 356.0 mm (sisihan piawai ± 1.83 mm) telah meningkatkan lagi jumlah jatuhan langsung dan aliran batang. Peningkatan jumlah ini telah diterjemahkan dalam perhubungan kolerasi yang kuat lalu. Apabila nilai kolerasi yang kuat wujud bagi jatuhan langsung dan aliran batang, ianya membantu pokok sampel menjalankan fungsi pintasan hujan.

Kesimpulan

Terdapat dua faktor utama yang mempengaruhi ciri jatuhan langsung dan pintasan hujan di plot pintasan Tasik Chini, Pahang. Faktor tersebut terdiri daripada faktor masa seperti jumlah curahan hujan, kelajuan angin dan suhu yang sentiasa berubah-ubah mengikut musim tertentu. Selain itu, jatuhan langsung dan pintasan juga dicorakkan oleh faktor keruangan yang mana mewakili ciri fisiografi pokok sampel di lapangan. Antara ciri fisiografi pokok yang diambil kira termasuklah ketinggian, kulit, kanopi, diameter, dahan dan ranting pokok. Hubungkait di antara kedua-dua faktor iklim dan ciri fisiografi pokok telah membentuk satu bentuk perhubungan yang diterjemahkan dalam bentuk hubungan kolerasi.

Secara keseluruhannya, data sepanjang tempoh kajian yang diperolehi daripada jatuhan langsung mencatatkan jumlah 36 040.5 mm. Manakala jumlah keseluruhan aliran batang yang dicatatkan ialah 36 081.34 mm. Daripada data yang diperolehi, pokok sampel yang mencatatkan jumlah aliran batang tertinggi ialah pokok berlabel 13 iaitu spesies Perah ikan yang mencatatkan aliran batang sebanyak 1958.4 mm. Pokok label 8 iaitu spesies Mengkuang Siku Keluang pula mencatatkan jumlah aliran batang paling rendah iaitu 652.97 mm.

Berdasarkan kajian yang dilakukan, jatuhan langsung kurang memberi pengaruh dalam pintasan yang berlaku di plot kajian. Hal ini berlaku kerana jumlah jatuhan langsung yang kecil secara keseluruhannya iaitu 36 040.5 mm

dicatatkan berbanding dengan data aliran batang keseluruhannya berjumlah 36 081.34 mm. Walaupun jumlah jatuhan langsung yang dicatatkan adalah rendah, namun ia memberi pengaruh yang besar terhadap kitaran hidrologi yang berlaku di kawasan kajian. Perbezaan besar antara jumlah jatuhan langsung dan aliran batang berlaku kerana faktor ciri fisiografi yang mendorong pemerangkapan lebih banyak air hujan lalu mengalir melalui batang pokok. Selain itu, ciri iklim dengan jumlah curahan hujan sebanyak 1224.84 mm telah menambahkan lagi kecenderungan penghasilan aliran batang yang tinggi. Kira-kira 49.97 % daripada hujan kasar telah dipintas sebagai jatuhan langsung. Manakala 50.03 % adalah dalam bentuk aliran batang. Manakala jumlah pintasan maksimum (mm) bagi empat kali kejadian hujan yang dicatatkan sepanjang kajian ialah 22.0 mm (Oktober), 13.2 mm (November), 24.2 mm (Disember) dan 18.4 mm (Januari).

Rujukan

1. Majid, N. M., Hamzah, M. B. and Ahmad, S. (1979). Rainfall interception, throughfall and stemflow in a secondary forest. *Pertanika* 2(2):152-154.
2. Jones, J. A. A. (1997). *Global Hidrology: process, resources and environmental management*. England: Addison Wesley Longman Limited.
3. Jamil, N. R., Toriman, M. E., Idris, M and Jing, L. W. (2010). Pengaruh kanopi hutan sekunder terhadap kadar pintasan bagi kitaran hidrologi di Tasik Chini, Pahang, Malaysia. *Sains Malaysiana* 39(2): 181-187.
4. Rosley N. A. 2007. Analisis Pintasan, Jatuhan Langsung dan Aliran Batang di Hutan Pendidikan UKM, Bangi. Kertas Kerja Projek Ijazah Sarjana Muda, Universiti Kebangsaan Malaysia.
5. Chappell, N. A., Bidin, K. and Tych, W. (2001). Modelling rainfall and canopy controls on net-precipitation beneath selectively-Logged Tropical Forest. *Plant Ecology* 153: 215-229.
6. Crockford, R. H. and 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.
7. Ismail W. R. 1994. *Pengantar Hidrologi*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
8. Jamil, N. R., Toriman, M. E., and Idris, M. (2008). Analisis Pintasan Hujan di Hutan Sekunder Tasik Chini, Pekan Pahang. *Prosiding. Persidangan Antarabangsa Sosial, Pembangunan dan Persekitaran. Kelab Danau UKM*. 18-19 Nov 2008: 846-860.
9. Kittredge, J. (1948). *Forest Influences*. New York Mcgraw-Hill Book. Co., Inc. Volume 394.
10. Reynolds E. R. C. and Henderson C. S. (1967). Rainfall Interception by Beech, Larch And Norway Spruce. *Forestry* 40(2):165-184
11. Helvey J. D. and Patric J. H. (1967). Canpoy and litter interception of rainfall by hardwoods of Eastern United States. *Water Resource* 1: 193-206.
12. Musa S. M. S. (1998). *Pintasan: Peranan aliran batang (Steamlow) UKM Bangi*. Tesis. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
13. Toriman, M. E., Idris, M., and Jamil, N. R. (2010). Monitoring Spatial Variability of Lowland Dipterocarp Forest in Lake Chini Catchment, Malaysia. *World Applied Sciences Journal* 8 (1): 54-60.
14. Low K. S. (1972). Interception loss in the humid forested areas (with special references to Sg. Lui catchment). *Malay National* 25: 104-111.
15. Mitchell J. A. (1930). Interception of Rainfall by Forest. *Forestry* 28: 101-102.