

## Penilaian Awal Perubahan Sel Salur Kayu *Baeckea frutescens* yang dipengaruhi oleh Impak Akibat Aktiviti Rekreasi di Gunung Tahan, Malaysia

(Preliminary Assessments on the Changes in Wood Vessel Characteristics of *Baeckea frutescens* Influenced by the Impacts of Recreational Activities at Gunung Tahan, Malaysia)

AZITA AHMAD ZAWAWI\*, MASAMI SHIBA, HAZANDY ABDUL HAMID,  
MOHD ZAKI HAMZAH & PAKHRIAZAD HASSAN ZAKI

### ABSTRAK

Kajian mengenai corak susunan sel salur dijalankan terhadap struktur kayu *Baeckea frutescens* bagi menilai perbezaan ciri anatomi spesies tersebut akibat impak daripada aktiviti rekreasi di Gunung Tahan, Malaysia. Plot kajian bersaiz 20 m × 20 m dibina di tiga kawasan perkhemahan utama dan penilaian dijalankan di sub-plot yang mewakili kawasan terganggu dan kawasan kawalan. Kajian menunjukkan terdapat perbezaan pada susunan dan struktur sel salur *B. frutescens* antara kawasan kajian. Keputusan menunjukkan spesies yang tumbuh di kawasan terganggu mempunyai saiz sel salur yang lebih tinggi dengan nilai 177.06  $\mu\text{m}^2$  berbanding 106.40  $\mu\text{m}^2$  di kawasan kawalan. Bagi parameter tumbesaran pokok, nilai purata diameter di keseluruhan kawasan terganggu adalah 2.10 berbanding 1.55 cm di kawasan kawalan manakala nilai purata bacaan tinggi pokok adalah 0.95 ± 0.04 dan 0.82 ± 0.06 m bagi kedua-dua kawasan. Kebanyakan kajian lepas menunjukkan ciri anatomi kayu adalah tertakluk kepada faktor genetik sesuatu spesies namun kajian ini menghasilkan pemerhatian yang menarik dan ia menunjukkan bahawa faktor genetik anatomi sesuatu spesies kayu itu boleh berubah sebagai tindak balas terhadap sebarang gangguan dan respons kepada perubahan ciri ekologi sesebuah kawasan.

**Kata kunci:** Aktiviti rekreasi; *Baeckea frutescens*; impak; Gunung Tahan; struktur kayu

### ABSTRACT

Vessel arrangement of *Baeckea frutescens* were studied to determine its anatomical differences as impacted by recreational activities at Gunung Tahan, Malaysia. Plots sized 20 m × 20 m represent disturbed and control areas were established in the most visited camping sites. The study demonstrated that there were differences of vessel arrangements in *B. frutescens* selected among the study areas. Our result showed that *B. frutescens* grew in the disturbed plot had higher vessel areas compared with the control plot with the mean values of 177.06  $\mu\text{m}^2$  and 106.40  $\mu\text{m}^2$ , respectively. For growth attributes, the average tree diameters in all the test sites were 2.10 and 1.55 cm at disturbed plot and control plot, respectively while the tree heights varied from 0.95 ± 0.04 to 0.82 ± 0.06 m for the disturbed and the control plots, respectively. Most previous studies indicated that wood anatomical characteristics are genetically fixed by species. However, interestingly, it was found from this study that vessel arrangement which is genetically influenced can change as a response to interferences and disturbances, depending on the ecological conditions.

**Keywords:** *Baeckea frutescens*; impact; Mount Tahan; recreational activities; wood structure

### PENGENALAN

Perubahan struktur vegetasi terhadap tumbuhan merupakan kesan fizikal paling ketara yang jelas dapat dilihat disebabkan impak daripada aktiviti rekreasi (Hammit & Cole 1998; Liddle 1997). Di peringkat antarabangsa, pelbagai kajian mengenai kesan aktiviti rekreasi terhadap tumbuh-tumbuhan telah dilakukan namun kebanyakan kajian lebih tertumpu kepada kadar litupan vegetasi, komposisi vegetasi, dan kadar tumbesaran sesuatu spesies (Liddle 1997). Secara amnya, perubahan ketinggian vegetasi adalah bukti visual yang paling mudah dikesan sementara perubahan terhadap kadar litupan vegetasi memerlukan pemerhatian jangka panjang (Bayfield 1979; Whinam & Chilcott 1999). Walau bagaimanapun, sehingga ke hari ini, rujukan dan kajian yang dijalankan mengenai

hubungan di antara impak sesuatu aktiviti terhadap ciri-ciri anatomi vegetasi masih terlalu rendah. Percubaan untuk mengkaitkan struktur dan sifat kayu terhadap perubahan ekologi kadangkala menimbulkan kekeliruan (Zobel & Van Buijtenen 1989). Beberapa kajian lepas termasuklah oleh Pallary dan Kozlowski (2008) merumuskan bahawa ciri-ciri anatomi tumbuhan adalah tertakluk kepada spesies. Namun, kajian lain sebelumnya oleh Wimmer (2002) dan Telewski dan Lynch (1991) menyatakan beberapa ciri-ciri kayu bagi tumbuhan yang mengalami tekanan akan menyebabkan modifikasi terhadap stukturunya namun ia bergantung kepada faktor persekitaran. Bentuk dan corak susunan sel salur merupakan ciri istimewa bagi membezakan tumbuhan daripada segi anatomi yang mana terdapat spesies dengan corak susunan sel salur individu

yang berasingan, berkumpul dan juga tersebar secara rawak (Foelkel 2007). Dengan mengambil kira wujudnya hubung kait antara struktur anatomi tumbuhan dan tindak balasnya terhadap perubahan pada persekitaran, kajian ini dijalankan bagi menilai impak aktiviti rekreasi terhadap vegetasi di Gunung Tahan dengan menjadikan perubahan struktur anatomi *B. frutescens* sebagai faktor penentu.

#### PENGENALAN MENGENAI *BAECKEA FRUTESCENS*

*Baeckea frutescens* adalah daripada famili Myrtaceae dan tergolong dalam kategori tumbuhan bonsai. Spesies ini mempunyai batang dan dahan yang sangat kukuh, lapisan kulit luar berwarna kelabu gelap dan corak seperti bersisik, daun bersaiz kecil dan kadang-kala berbentuk seperti jejarum (Rajah 1). Dahan pokok tumbuh tegak dan kukuh tetapi kemudiannya tersebar seperti dawai dan melingkar ke tepi. *B. frutescens* banyak ditemui di kawasan pergunungan Asia terutamanya di Malaysia, China dan Australia (Ng 1978). Spesies ini sangat terkenal bagi kegunaan perubatan dan estetik. Beberapa kajian pernah dijalankan terhadap *B. frutescens*, tetapi kebanyakan penyelidikan lebih tertumpu kepada ciri-ciri flora dan penggunaannya (Amira 2010).

Kajian ini dijalankan bagi mengenalpasti impak aktiviti rekreasi terhadap vegetasi di kawasan pergunungan atas melalui perubahan pada sel salur tumbuhan. *B. frutescens* dipilih untuk kajian ini kerana ia merupakan spesies berkayu paling dominan di kawasan kajian, iaitu di sekitar puncak Gunung Tahan.

#### KAEDAH DAN BAHAN

##### KAWASAN KAJIAN

Kajian ini dijalankan di Gunung Tahan iaitu puncak tertinggi di Semenanjung Malaysia yang terletak di kawasan Taman Negara Pahang dengan koordinat 4°38'N, 102°14'E (Rajah 1). Kadar presipitasi tahunan adalah 2500 mm dan kadar taburan hujan paling tinggi adalah antara bulan Oktober ke Mac. Purata kelembapan adalah 86% manakala suhu adalah dinamik antara 15-35°C (Jabatan Meteorologi Malaysia). Kawasan kajian bermula pada ketinggian 1800 m dari aras laut dan topografi adalah berbukit dengan darjah kecerunan dari 50 hingga 70. Kajian ini dijalankan di tiga kawasan perkhemahan utama bermula dari Bukit Botak yang menerima kunjungan pendaki paling tinggi. Kawasan ini menjadi pilihan utama para pendaki untuk bermalam kerana keindahan dan keunikan kepelbagaian biologinya. Selain ekspedisi mendaki gunung, kawasan ini juga menjadi laluan bagi acara perlumbaan larian lasak yang merupakan acara tahunan taman negara.

##### REKA BENTUK PLOT

Plot kekal dibina berdasarkan prosedur lazim dalam kajian ekologi rekreasi yang diperkenalkan oleh Eberhardt (1976) dan dipopularkan oleh Cole and Bayfield (1993), Hammit and Cole (1998) dan Marion dan Leung (1997). Marion et al. (2006) menyarankan bahawa reka bentuk plot ini



RAJAH 1. Spesies *Baeckea frutescens* yang dikaji di kawasan kajian

adalah sangat efektif bagi mengesan perubahan ekologi yang berhubungan dengan aktiviti manusia terutamanya aktiviti rekreasi. Berdasarkan literatur ini, 6 plot bersaiz 20 m × 20 m dibina bagi mewakili kawasan terganggu dan kawasan kawalan yang dibina di tiga tapak perkhemahan utama dan dinamakan Kawasan kajian 1, Kawasan kajian 2 dan Kawasan kajian 3 (Rajah 2). Di setiap kawasan kajian, plot kawalan dibina dengan jarak sejauh 20 m dari plot terganggu dengan andaian akan wujud perbezaan pada parameter yang diambil di kedua-dua kawasan akibat impak daripada aktiviti rekreasi (Eberhardt, 1976; Marion et al. 2006).

#### PENGUMPULAN DATA

Inventori tumbuhan yang dijalankan di seluruh kawasan kajian mendapati bahawa *B. frutescens* adalah spesies tumbuhan berkayu yang paling dominan di kawasan tersebut (Jadual 1). Justeru spesies ini dipilih bagi mewakili komuniti vegetasi di kawasan kajian.

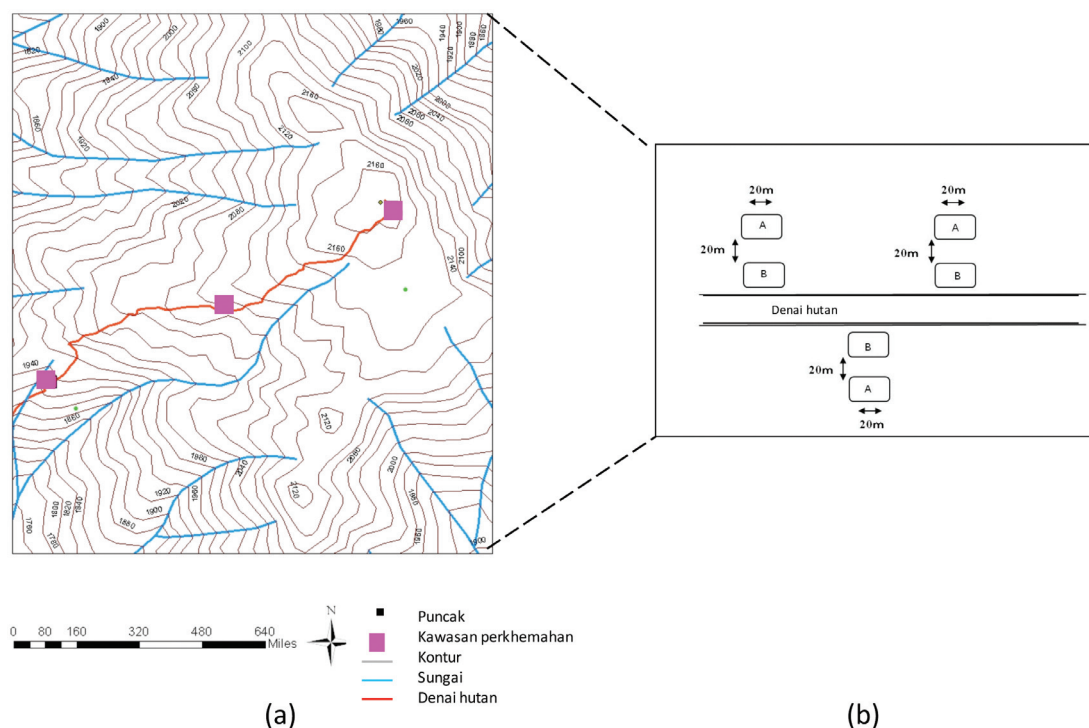
#### PENYEDIAAN SPESIMEN DAN PENGUKURAN SUSUNAN SEL SALUR

Bagi setiap plot, 20 individu daripada spesies *B. frutescens* dipilih secara rawak dan diukur secara terperinci dan 5 individu dipilih dan disampelkan untuk ujian anatomi. Pengukuran dibuat ke atas pokok yang berdiameter antara 3 dan 5 cm. Bagi setiap individu pokok, cakera dengan ketebalan 2 cm dari dahan utama dipotong dan disampel.

Disebabkan struktur kayu yang terlampau keras, pelbagai kaedah telah diaplikasikan. Bagi kaedah melembutkan kayu, sampel cakera direndam terlebih dahulu kedalam 20% larutan sodium hidroksida selama 24 jam. Cakera kemudiannya dibilas menggunakan air suling sebelum di neutralakan ke dalam 20% larutan asid asetik selama 5 jam dan seterusnya cakera kayu dimasukkan kedalam mesin auto clave selama 1 jam (Ohori 1988). Spesimen keratan rentas kayu dihasilkan dengan menggunakan microtome bagi mendapatkan sampel dengan saiz ketebalan 20-25 µm. Keratan rentas kemudiannya direndam di dalam air suling sebelum dicuci menggunakan 20% alkohol (2 min), 50% alkohol (2 min), 70 % alkohol (2 min) dan disimpan semalaman (24 jam) bersama campuran 1% safranin dan 70% alkohol. Spesimen kemudiannya dicuci menggunakan 70% alkohol (2 min) dan 95% alkohol (2 min) sebelum disapu dengan minyak zaitun bagi melengkapkan proses. Prosedur penyediaan slaid spesimen diadaptasi daripada prosedur kajian anatomi kayu yang dicadangkan oleh Persatuan Anatomi Kayu Antarabangsa (IAWA 1989). Corak dan susunan sel salur kemudiannya dianalisis menggunakan mesin pengimejan dan perisian computer LEICA Qwin.

#### ANALISIS

Perbandingan ukuran bagi setiap kawasan kajian dianalisis menggunakan kaedah T-Test. Analisis korelasi dilakukan bagi menilai hubung kait antara pembolehubah. Analisis statistik dilakukan menggunakan perisian 'Statistical



RAJAH 2. (a) Kontur denai di Gunung Tahan (Kotak merah jambu menunjukkan lokasi Kawasan Kajian 1, 2 dan 3). (b) Reka bentuk plot Kajian (A: Plot Kawalan B: Plot Terganggu)

JADUAL 1. Senarai inventori spesies di kawasan terganggu dan kawasan kawalan di Puncak Gunung Tahan

Spesies	Kawalan	Terganggu
<i>Baeckea frutescens</i>	86	59
<i>Tristaniopsis fruticosa</i>	104	83
<i>Baeckea</i> sp.	78	-
<i>Dacrydium faculifurus</i>	10	-
<i>Baeckea</i> sp.	-	14
<i>Auxlonkia backea</i>	11	-
<i>Gleichinea microphylla</i>	4	-
<i>Gaultheria</i> sp.	3	-
<i>Hedyotis</i> sp.	111	58
<i>Citrus</i> sp.	13	-
<i>Melastoma</i> sp.	2	-
<i>Scleria</i>	19	73
<i>Smilax</i> 1	6	-
<i>Smilax</i> 2	3	-
<i>Eria ornate</i>	-	27
<i>Spathoglottis</i> sp.	3	-
<i>Epigeneium</i> sp.	29	-
<i>Orchid</i> sp. (1)	27	21
<i>Orchid</i> sp. (2)	11	-
<i>Styphelia malayana</i>	10	23
<i>Scirpus</i> sp.	-	91
<i>Rutaceae</i>	-	36
<i>Nepenthes</i> sp. (1)	51	51
<i>Nepenthes</i> sp. (2)	-	6
<i>Nepenthes</i> sp. (3)	7	29
<i>Dendrochilum</i> sp.	-	14
<i>Dianella</i> sp.	2	-
<i>Coelogyne</i> sp.	38	-
<i>Dipteris conjugata</i>	10	-
Jumlah spesies	23	14

Analysis System' (SAS) dan tahap kesignifikanan ditetapkan pada nilai 0.05.

#### KEPUTUSAN

Ciri-ciri tumbesaran dan saiz sel salur bagi *B. frutescens* dirumuskan dalam Jadual 2. Keputusan menunjukkan bagi Kawasan kajian 1, *B. frutescens* di kawasan terganggu mempunyai keluasan sel salur yang lebih besar dengan nilai 177.06  $\mu\text{m}^2$  dan 106.40  $\mu\text{m}^2$  sebaliknya. Kawasan kajian 2

dan Kawasan kajian 3 masing- masing menunjukkan nilai bacaan 157.52  $\pm$  0.01  $\mu\text{m}^2$  dan 122.40  $\pm$  0.02  $\mu\text{m}^2$  serta 176.62  $\pm$  0.01  $\mu\text{m}^2$  dan 111.17  $\pm$  0.02  $\mu\text{m}^2$  bagi kawasan terganggu dan kawasan kawalan.

Purata diameter pokok di keseluruhan kawasan kajian adalah 2.10 dan 1.55 cm bagi kawasan terganggu dan kawasan kawalan manakala tinggi pokok agak variasi iaitu antara 0.95 $\pm$ 0.04 ke 0.82 $\pm$ 0.06 m untuk kedua-dua kawasan. Kajian ini turut membuktikan bahawa terdapat perbezaan dalam susunan sel salur bagi *B. frutescens* yang dipilih. Susunan sel salur bagi *B. frutescens* dari kawasan terganggu didapati wujud dalam bentuk kelompok dan kadangkala sendirian (Rajah 3i, ii) manakala susunan sel salur bagi *B. frutescens* di kawasan kawalan kelihatan wujud secara berpasangan (Rajah 3 ib, iib)

Keseluruhan parameter yang diambil bagi Kawasan kajian 1, Kawasan kajian 2 dan Kawasan kajian 3 menunjukkan kewujudan variasi pada nilai bacaan. Korelasi antara diameter dan luas sel salur *B. frutescens* yang dikaji adalah signifikan dengan nilai 0.475 yang menunjukkan wujudnya hubungan sederhana antara kedua-dua pemboleh ubah ini (Jadual 3, Rajah 4). Nilai korelasi bagi tinggi dan luas sel salur pula adalah 0.285 sementara nilai korelasi bagi diameter dan tinggi pokok adalah 0.353. Nilai ini dengan jelas menunjukkan setiap pemboleh ubah (faktor) yang dikaji mempunyai hubungan yang dinamik terhadap pertumbuhan satu sama lain.

#### PERBINCANGAN

Keputusan menunjukkan sampel kayu dari plot kawalan mempunyai saiz sel salur yang lebih rendah berbanding sampel dari kawasan terganggu. Kajian lepas oleh Falster dan Westoby (2005), Muller- Landau (2004) dan Hacked dan Sperry (2001), menyarankan saiz sel salur yang rendah adalah salah satu simptom tumbesaran tumbuhan yang perlahan. Ciri-ciri ini kebiasaannya dijumpai bagi vegetasi di kawasan yang mempunyai kandungan nutrien yang rendah dan struktur tanah yang lemah, yang mana mempunyai rongga yang kecil, dan menghalang peresapan air dan udara dan menyekat peresapan oksigen pada akar sementara secara kontra, saiz sel salur yang lebih besar menunjukkan tumbesaran tumbuhan yang lebih sihat. Seperti kajian yang dilakukan oleh Saribas dan

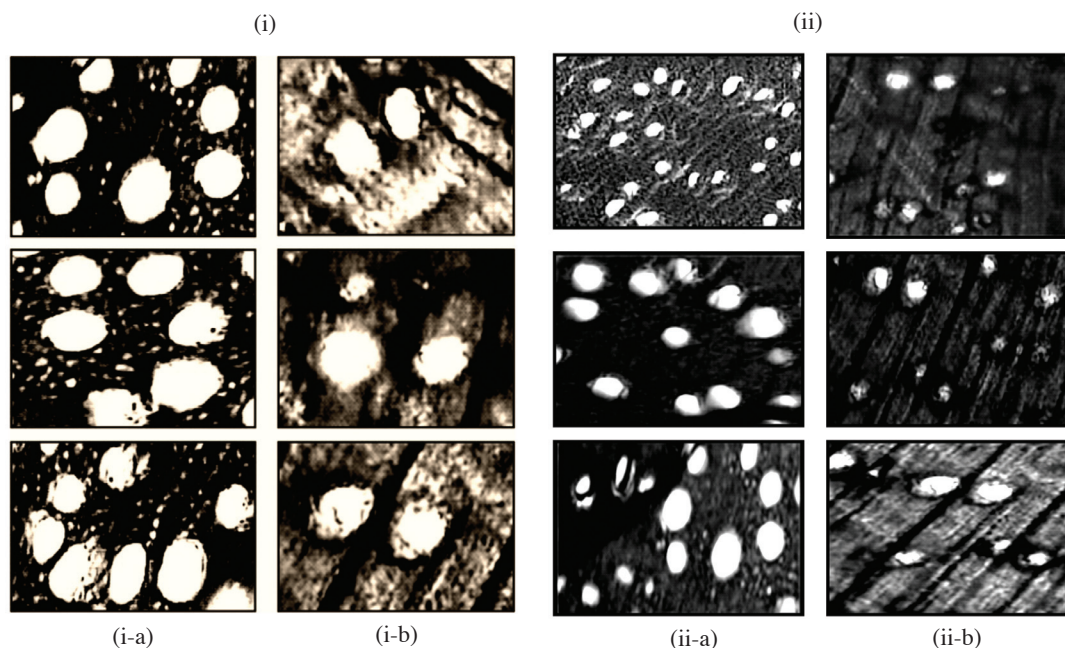
JADUAL 2. Ciri-ciri pertumbuhan dan sel salur saiz *B. frutescens* yang dikaji. Nilai yang dipaparkan di dalam jadual adalah nilai purata dan ralat piawai dengan tahap signifikansi pada  $p < 0.05$

Parameter	Kawasan kajian 1			Kawasan kajian 2			Kawasan kajian 3		
	Terganggu	Kawalan	F-value	Terganggu	Kawalan	F-value	Terganggu	Kawalan	F-value
D (cm)	2.31 $\pm$ 0.37	1.21 $\pm$ 0.11	5.36*	2.25 $\pm$ 0.72	1.83 $\pm$ 0.26	0.17*	1.75 $\pm$ 0.27	1.61 $\pm$ 0.99	0.22*
T (m)	1.02 $\pm$ 0.01	0.75 $\pm$ 0.07	2.04*	0.88 $\pm$ 0.07	0.82 $\pm$ 0.04	2.29*	0.96 $\pm$ 0.04	0.09 $\pm$ 0.08	1.83*
Vs ( $\mu\text{m}^2$ )	177.06 $\pm$ 0.14	106.40 $\pm$ 1.58	2.89*	157.52 $\pm$ 0.01	122.40 $\pm$ 0.02	2.05*	176.62 $\pm$ 0.01	111.17 $\pm$ 0.02	1.73*

D : Diameter

T : Tinggi

Vs : Saiz sel salur



RAJAH 3. Perbezaan susunan sel salur bagi *B. frutescens* di plot terganggu (a) dan plot kawalan (b) yang dipaparkan pada resolusi berlainan (i) dan (ii)

JADUAL 3. Korelasi Pearson bagi faktor tumbesaran *B. frutescens* dengan tahap signifikan ditetapkan pada  $p < 0.05$

Perubah	Diameter	Tinggi	Saiz sel salur
Diameter	1		
Tinggi	0.35317	1	
Saiz sel salur	0.47549**	0.28573	1

\*\* Tahap signifikan ditetapkan pada  $p < 0.05$ .

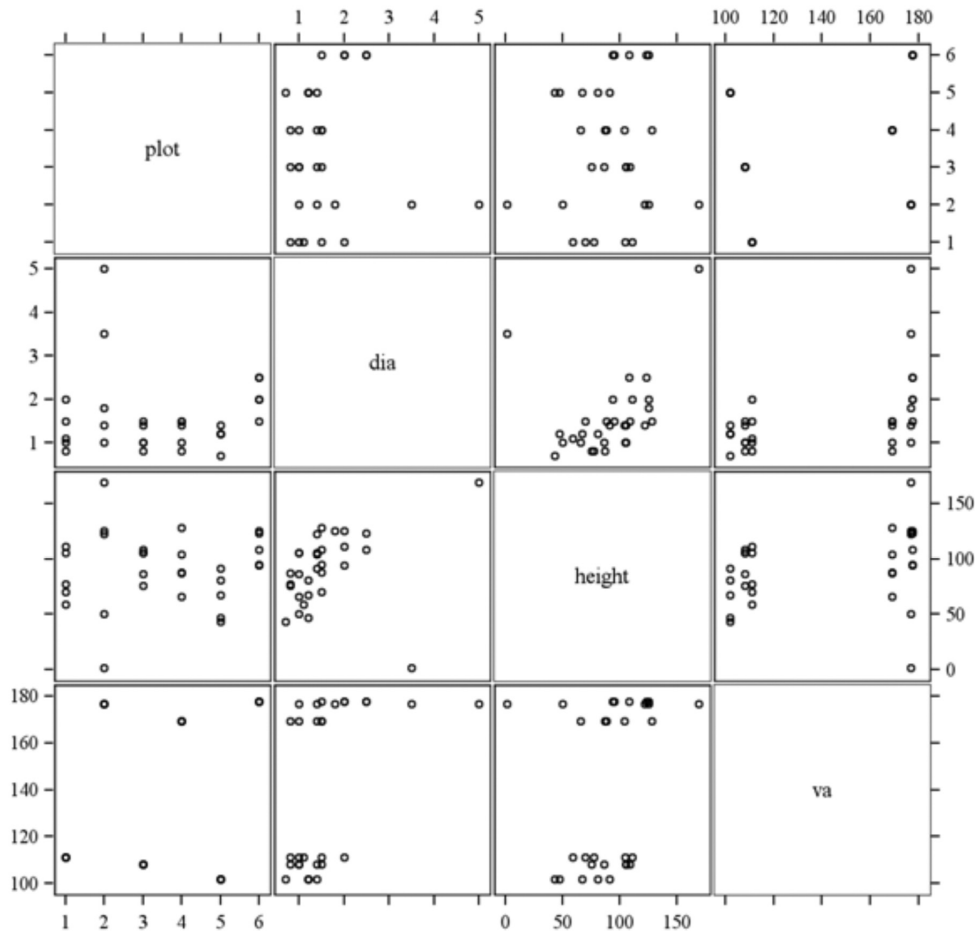
Yaman (2005), perbezaan kuantitatif bagi anatomi kayu daripada genus yang sama berkemungkinan disebabkan oleh perbezaan taxonomi atau pengaruh daripada faktor persekitaran. Perubahan paling ketara yang disebabkan oleh faktor persekitaran adalah perbezaan daripada saiz sel. Ciri-ciri ini walau bagaimanapun berbeza bergantung kepada tahap tekanan seperti faktor kekurangan air (Larson 1969), kecederaan pokok (Kramer & Kozlowski 1979) dan variasi suhu (Schweingruber 1980). Wimmer (2002) juga menyokong teori ini dan menyatakan bahawa struktur kayu yang wujud secara genetik boleh mengalami perubahan dan modifikasi bergantung kepada faktor ekologi dan persekitaran.

Berbalik kepada keputusan kajian, dapat dilihat bahawa terdapat perbezaan bagi corak susunan sel salur *B. frutescens* yang dikaji. Situasi ini berkemungkinan besar disebabkan oleh perbezaan adaptasi vegetasi ini di dua kawasan kajian yang berbeza. Secara jelasnya, anatomi sesuatu tumbuhan dan ciri-ciri dalamannya turut menerima kesan terhadap gangguan. Sebagai contoh, aktiviti rekreasi menyebabkan kerosakan kepada tumbuhan akibat daripada pembengkokan dan lelasan.

Tumbuhan dengan dinding sel yang tebal berkebolehan untuk bertahan daripada gangguan manakala tumbuhan dengan dinding sel yang lebih nipis adalah lebih lemah.

Kajian oleh Arnold dan Mauseth (1999) menyatakan faktor persekitaran (kandungan air dan nutrien) memberi kesan yang ketara terhadap pembentukan struktur anatomi kayu. Kajian beliau membuktikan bahawa kekurangan bekalan air telah menyebabkan pengurangan terhadap saiz diameter tumbuhan. Teori beliau bertepatan dengan keputusan kajian kami yang menunjukkan purata saiz sel salur bagi kawasan terganggu adalah lebih tinggi daripada di kawasan kawalan. Berdasarkan keputusan yang diperolehi, kebanyakan parameter yang diukur di kawasan terganggu mempunyai nilai yang lebih tinggi dari kawasan kawalan terutamanya bagi saiz tumbesaran vegetasi dan kadar fotosintesis (Jadual 4) (Azita 2009).

Kajian oleh Zobel dan Van Buijtenen (1989) merumuskan pembentukan sel terhasil daripada pelbagai faktor seperti kualiti tapak, faktor ekologi, system pengurusan spesies dan juga faktor genetik. Ciri-ciri anatomi ini akan mengalami perubahan secara berterusan semasa tumbesarnya bagi beradaptasi terhadap efek



RAJAH 4. Plot rawak menunjukkan korelasi antara tinggi, diameter dan saiz sel salur bagi *B. frutescens* yang dikaji

JADUAL 4. Ringkasan inventori dan pemerhatian diskriptif di kawasan kajian

Parameter/Lokasi	Terganggu	Kawalan
Tanah	Kawasan terbuka tanah berpasir, kompak di sesetengah kawasan tetapi subur di beberapa bahagian.	Tanah kompak dengan batuan-batuan kerikil.
Saiz vegetasi	Tinggi ( $0.95 \pm 0.04$ m) Diameter besar ( $2.10 \pm 0.45$ )	Ketinggian Vegetasi agak rendah ( $0.82 \pm 0.06$ m) Diameter rendah ( $1.55 \pm 0.45$ cm)
Komposisi vegetasi	30%	90%
Jarak dengan sumber air	Sangat dekat (5-10 m)	Jauh

fisiologi dan bagi bertahan dari sebarang impak dari persekitaran (Baas 1982; Metcalfe 1989).

Keputusan kajian yang diperoleh agak berbeza dengan hipotesis awal yang mengandaikan bahawa vegetasi di kawasan terganggu akan mempunyai saiz tumbesaran yang lebih rendah dari kawasan kawalan. Namun, pemerhatian kami mendapati bahawa situasi sebenar menunjukkan yang sebaliknya dan kebanyakan parameter di kawasan terganggu adalah lebih tinggi dari kawasan kawalan. Situasi ini mungkin disebabkan beberapa faktor seperti kandungan nutrien tanah dan kelembapan yang lebih tinggi di kawasan terganggu disebabkan aktiviti rekreasi yang

dilakukan, sementara di kawasan kawalan, tanah yang kering dan kompak, jauh dari sumber air dan kurang subur menyebabkan tumbesaran yang agak perlahan. Secara amnya, keputusan yang diperoleh adalah positif yang menunjukkan bahawa impak aktiviti rekreasi di Gunung Tahan masih berada pada tahap yang terkawal.

#### KESIMPULAN

Keputusan yang diperoleh daripada kajian ini menunjukkan wujudnya perbezaan bagi struktur dan sifat sampel kayu *B. frutescens* yang diambil dari lokasi yang berbeza di

Gunung Tahan sebagai penunjuk terhadap impak daripada aktiviti rekreasi. Pemerhatian menunjukkan wujudnya modifikasi yang menarik bagi *B. frutescens* akibat tindak balas dinamikanya terhadap perbezaan ekologi dan persekitaran. Kajian ini menyarankan bahawa ciri-ciri anatomi kayu (saiz sel salur, susunan dan taburan) adalah berbeza tertakluk kepada spesies dan berkebolehan untuk mengubah ciri-cirinya bagi beradaptasi dengan persekitaran yang dinamik. Pemerhatian mendapati bahawa pada peringkat ini, boleh dikatakan impak aktiviti rekreasi terhadap struktur vegetasi di Gunung Tahan masih berada di tahap yang rendah namun penelitian berterusan sangat diperlukan bagi mendapatkan gambaran yang lebih jelas tentang proses fisiologi dan tindak balas tumbuhan terhadap impak dari aktiviti rekreasi. Dengan mengambil kira faktor fisiologi, pemahaman terhadap ciri-ciri anatomi kayu dan kaitannya dengan persekitaran adalah sangat penting bagi menjamin produktiviti tumbuhan itu sendiri. Oleh sebab ini, kajian ini adalah sangat penting bagi meningkatkan pemahaman penyelidik terhadap peranan dan tindak balas tumbuhan sebagai langkah mengekalkan pengurusan hutan mapan.

#### PENGHARGAAN

Kajian ini dibiayai oleh RUGS (UPM). Setinggi-tinggi penghargaan kepada kumpulan penyelidik makmal eko-fisiologi, Fakulti Perhutanan, UPM Serdang untuk kerjasama dan semangat berpasukan yang diberikan. Penghargaan juga ditujukan kepada pihak pengurusan PERHILITAN atas kebenaran untuk menjalankan penyelidikan jangka panjang di Gunung Tahan dan juga kepada pewasit atas komen dan cadangan bagi memperbaiki mutu manuskrip ini.

#### RUJUKAN

- Amira, A.H. 2010. *Baekea frutescens* (Cucur Atap) Emulsion: Enhancing the smoothness of living skin. National Research and Inovation, Mei 25-28.
- Arnold, D.H. & Mauseth, J.D. 1999. Effects of environmental factors on development of wood. *American Journal of Botany* 19(86): 367-371.
- Azita, A.Z., Hazandy, A.H., Mohd-Zaki, H., Mohd-Nazre-S. & Pakhriazad, H.Z. 2009. Impacts of Recreation Activities on Growth and Physiological Characteristics of Upper Mountain Vegetation. *Journal of Sustainable Development* 2(2): 114-119.
- Baas, P. 1982. Systematic, phylogenetic and ecological wood anatomy In *New Perspectives in Wood Anatomy: Systematic, Phylogenetic and Ecological Wood Anatomy*, edited by P. Baas. The Hague, The Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers.
- Bayfield, N.G. 1979. Some effects of trampling on *Molophilus ater* (Meigen). *Biological Conservation* 6: 246-51.
- Cole, D.N. & Bayfield, N.G. 1993. Recreational trampling on vegetation: Standard experimental procedures. *Biological Conservation* 63: 209-215.
- Eberhardt, L.L. 1976. Quantitative ecology and impact assessment. *Journal of Environmental Management* 4: 22-70.
- Falster, D.S. & Westoby, M. 2005. Alternative height strategies among 45 dicot rain forest species from Tropical Queensland, Australia. *Journal of Ecology* 93: 521-535.
- Foelkel, C. 2007. *Vessel Elements and Eucalyptus Pulps*. Celcius Degree.
- Hacked, U.G. & Sperry, J.S. 2001. Functional and ecological xylem anatomy. *Perspective in Plant Ecology, Evolution and Systematic* 4: 97-115.
- Hammit, W.E. & Cole, D.N. 1998. *Wildland Recreation: Ecology and Management*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley and Sons.
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *International Association of Wood Anatomist Journal* 10: 219-332.
- Kramer, P.J. & Kozlowski, T.T. 1979. *Physiology of Woody Plants*. New York: Academic Press.
- Larson, P.R. 1969. *Wood Formation and the Concept of Wood Quality*. New Haven: Yale University.
- Liddle, M.J. 1997. *Recreation Ecology*. Chapman & Hall, London.
- Marion, J.L. & Leung, Y.F. 1997. An Assessment of Campsite Conditions in Great Smoky Mountains National Park. In *Research/Resources Management Report*. Atlanta, GA: USDI National Park Service.
- Marion, J.L., Leung, Y.F. & Nepal, S. 2006. Monitoring trail conditions: new methodological considerations. *George Wright Forum* 23 (2): 36-49.
- Metcalfe, C.R. 1989. Ecological anatomy and morphology general survey. In *Anatomy of the Dicotyledons. Wood Structural and Conclusion of the General Introduction*, edited by C.R. Metcalfe & L. Chalk. Oxford, England: Oxford Science.
- Muller-Landau, H.C. 2004. Interspecific and intersite variation in wood specific gravity of tropical trees. *Biotropica* 36: 20-32.
- Ng, F.S.P. 1978. *Tree Flora of Malaya*. vol 3. London, England: Longman.
- Ohuri, N. 1988. *Wood Softening Method for Preparing Microscopic Samples*. Forest Research Centre.
- Pallardy, S.G. & Kozlowski, T.T. 2008. *Physiology of Woody Plant*. 3rd Edition. NY: Academic Press.
- Saribas, M. & Yaman, B. 2005. Wood Anatomy of *Crataegus tanacetifolia* (Lam.) Pers. (Rosaceae), Endemic to Turkey. *International Journal of Botany* 1(2): 158-162.
- Schweingruber. 1980. In Use of false ring in Austrian pine to reconstruct early growing season precipitation. *Canadian Journal of Forest Research*, Wimmer. 30: 1691-1697.
- Telewski, F.W. & Lynch, A.M. 1991. Measuring growth and development of stems. In *Techniques and Approaches in Forest tree Ecophysiology*, Boca Raton: CRC Press.
- Whinam, J. & Chilcot, N. 1999. Impacts of trampling on alpine environment in central Tasmania. *Journal of Environmental Management* 57: 205-220.
- Wimmer, R. 2002. Wood anatomical features in tree-rings as indicator of environmental change. *Dendrochronologia* 21: 21-36.
- Zobel, B.J. & Van-Buijtenen, J.P. 1989. *Wood Variation: Its Causes and Control*. New York. Springer-Verlag.
- Azita Ahmad Zawawi\*  
The United Graduate School of Agricultural Sciences  
Kagoshima University, 1-21-24  
Korimoto, Kagoshima 890-0665  
Japan

Azita Ahmad Zawawi\* & Masami Shiba  
Faculty of Agriculture  
University of The Ryukyus  
1 Senbaru, Nishihara 903-0216  
Okinawa, Japan

Hazandy Abdul Hamid  
Laboratori Pengurusan Biosumber Mampan  
Institut Perhutanan Tropika dan Produk Hutan  
Universiti Putra Malaysia  
43400 Serdang, Selangor  
Malaysia

Mohd Zaki Hamzah & Pakhriazah Hassan Zaki  
Faculty Perhutanan  
Universiti Putra Malaysia  
43400 Serdang, Selangor  
Malaysia

\*Pengarang untuk surat- menyurat; email: azitazawawi@gmail.com

Diserahkan: 17 November 2011  
Diterima: 21 Mei 2012