



**SOARING
UPWARDS**
MALAYSIAN HIGHER EDUCATION



UNIVERSITI
TEKNOLOGI
MARA

KONAKA

KONFERENSI AKADEMIK

2016

Pengkongsian Ilmu Dari Perspektif Islam

30 November 2016 | Rabu
UiTM Cawangan Pahang
Kampus Jengka



Sifat-Sifat Anatomi dan Morfologikal Gentian Kayu Kelempayan

Junaiza Ahmad Zaki^{1*}, Shaikh Abdul Karim Yamani Zakaria², Amran Shafie³,
Nur Hannani Abdul Latif⁴, Norashikin Kamarudin⁵, Ahmad Fauzi Othman⁶,
Norsyuhada Mohd Nizam⁷

¹⁻⁷Pusat Pengajian Industri Perakayuan, Fakulti Sains Gunaan, Universiti Teknologi MARA Cawangan Pahang,
Kampus Jengka, 26400 Bandar Tun Razak Jengka, Pahang, Malaysia
junaiza@pahang.uitm.edu.my, syamani@pahang.uitm.edu.my, amran453@pahang.uitm.edu.my,
hannani@pahang.uitm.edu.my, sheken@pahang.uitm.edu.my, ahmad_fauzi@pahang.uitm.edu.my
Penulis Rujukan

Abstrak: Kelempayan (*Neolamarckia cadamba*) merupakan kayu keras daripada kumpulan kayu keras ringan. Kayu kumpulan ini amat bernilai tinggi sebagai pemegang tangga, batang mancis, pensil dan bahan kegunaan ringan yang lain. Ianya juga banyak digunakan untuk penghasilan perabot. Namun begitu, maklumat terperinci kayu kelempayan ini masih lagi tidak mencukupi. Oleh yang demikian, kajian yang dijalankan ini adalah merangkumi aspek dalaman kayu yang merujuk kepada sifat-sifat anatomi dan ciri-ciri morfologi gentian kayu kelempayan. Sifat-sifat anatomi memfokuskan kepada kesan terhadap ketinggian pokok (atas, tengah dan bawah) menerusi kepadatan liang serta diameter liang. Manakala ciri morfologi gentian pula dikaji melalui aspek ketinggian pokok serta jarak daripada kulit dan jarak daripada empulur yang merangkumi panjang gentian, diameter gentian serta diameter lumen gentian. Keputusan yang diperolehi menunjukkan sifat-sifat anatomi kelempayan adalah sangat signifikan terhadap ketinggian pokok. Bagi ciri morfologi gentian pula, hanya panjang gentian menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan berbanding diameter gentian dan diameter lumen gentian terhadap ketinggian pokok. Keputusan jarak daripada kulit ke empulur pula menunjukkan kesan yang sangat signifikan bagi panjang gentian dan diameter gentian tetapi tiada perbezaan bagi diameter lumen gentian. Keseluruhan sifat-sifat anatomi dan morfologi gentian kayu kelempayan ini menunjukkan kekuasaan Allah SWT yang membolehkan kita sebagai khalifah mengkaji bagi kepentingan serta pengetahuan terhadap kebesarannya sekaligus diaplikasikan di dalam kehidupan seharian.

Kata Kunci: Kelempayan, Morfologi Gentian, Sifat Anatomi

1. Pengenalan

Kayu merupakan bahan semulajadi yang penting dan boleh diperbaharui. Ianya juga merupakan bahan yang unik dan pelbagai kerana digunakan secara meluas di dalam pembuatan perabot, pembinaan, pulpa dan kertas, bahan komposit dan lain-lain. Sifat-sifat anatomi kayu sangat mempengaruhi sifat kayu dan maklumat ini akan menentukan kesesuaian kayu tersebut. Struktur anatomi kayu amat mempengaruhi sifat-sifat kayu seperti kekuatan, ketahanan terhadap penembusan bahan kimia dan air, sifat luaran kayu, ketahanan terhadap pereputan, kualiti pulpa serta tindakbalas kimia kayu (Panshin dan De Zeeuw, 1980). Sifat anatomi kayu juga sangat membantu di dalam pengelasan spesies kayu.

Spesies kayu kelempayan yang dipilih adalah dari kumpulan kayu kurang dikenali. Kayu spesies ini mempunyai ketumpatan diantara 290 – 465kg/m³ dan dikategorikan sebagai kayu keras ringan. Kayu gubal tidak berbeza daripada kayu teras yang mana berwarna kekuningan dan berubah kepada warna gelap apabila terdedah. Tekstur kayunya sederhana kasar kepada seragam. Menurut Lim et. al., 2004, kebiasaannya kayu ini mempunyai ira lurus. Di Semenanjung Malaysia pula banyak ditanam di Perak dan Pahang (Mohd Sukhairi, et al. 2013). Morfologi gentian adalah penting dalam menentukan potensi kertas yang bakal dihasilkan terutamanya kekuatan kertas. Menurut Ververis et.al., (2004), dimensi gentian dan nilai nisbah runkel serta *felting power* adalah penting dalam menentukan kekuatan mekanikal.

Objektif kajian adalah mengkaji kesan ketinggian pokok terhadap sifat-sifat anatomi kayu serta perbezaan ketinggian dan jarak terhadap ciri – ciri morfologi kayu kelempayan.

2. Kelempayan

2.1 Sifat dan Kegunaan Kelempayan

Menurut Sze Leng (2007), pokok kelempayan membesar sehingga 45 meter dan tiada dahan sehingga mencapai 25 meter ketinggian. Ia mempunyai batang kayu yang lurus dengan silara yang besar. Ia merupakan pokok yang pesat membesar terutamanya pada 6 - 8 tahun yang pertama. Ianya spesies yang sesuai untuk tanaman semula terutamanya di tepi-tepi sungai. Diameter batangnya boleh mencecah 100 -160cm. kebiasaannya mula berbunga pada umur 4-5 tahun. Bunganya berbau wangi dan berwarna merah ke jingga. Menurut Joker, 2000 lagi, kelempayan juga boleh digunakan sebagai pokok pelindung untuk pokok dipterokap dan boleh digunakan sebagai ubatan melalui daun dan kulitnya.

Pokok ini sangat sesuai untuk pembuatan papan lapis, kotak pembungkusan, sandal kayu, penyepit kayu pakai buang, dan kasut wanita. Juga sangat sesuai sebagai perabot yang berharga murah. Kayu ini banyak digunakan untuk pulpa, menghasilkan kertas yang berkualiti rendah dan sederhana serta sebagai bahan binaan ringan (Joker, 2000).

2.2 Sifat Anatomi Kayu Kelempayan

2.2.1 Liang

Suhaimi (2006), menyatakan liang pada kayu keras adalah dikenali sebagai sekumpulan tisu atau sel yang berfungsi sebagai sistem pengangkutan cecair. Menurut Suhaimi lagi, terdapat dua kandungan di dalam liang yang memberi ciri penting dalam pengecaman spesies kayu iaitu tilosis dan deposit. Kayu keras mempunyai tiga jenis kepadatan liang iaitu kayu liang bergelang, kayu liang berselerak dan kayu liang semi bergelang (Mier, 2014). Kayu kelempayan merupakan kayu keras dengan liang berselerak serta tiada saiz tertentu.

2.2.2 Parenkima Kayu

Sel parenkima adalah unit penyimpanan makanan dengan dinding sel yang nipis (Suhaimi, 2006). Di dalam spesies kayu keras, parenkima adalah unik dengan pelbagai corak menarik. Parenkima kayu terbahagi kepada dua iaitu apotrakea dan paratrakea. Menurut Suhaimi (2006), taburan parenkima sesuatu kayu juga boleh membantu di dalam pengecaman kayu. Sebagai contoh, kempas dikenali dengan parenkima alifom yang berbentuk seperti mata manusia (Suhaimi, 2006).

2.3 Ciri Morfologi

2.3.1 Panjang Gentian

Gentian hanya terdapat pada kayu keras sahaja dan ianya berfungsi sebagai kekuatan mekanikal. Gentian kayu keras mempunyai ciri yang berdinding tebal dengan hujung yang bertutup serta lebih tirus berbanding sel trakeid. Kekuatan dan keteguhan kertas yang dihasilkan adalah dipengaruhi oleh saiz lumen dan ketebalan dinding sel gentian (Abdul Latif, 1982). Panjang gentian amat penting di dalam penilaian teknikal bahan kayu bagi industry pulpa dan kertas. Pada sesetengah keadaan, kekuatan koyakan kertas adalah sangat dipengaruhi oleh panjang gentian (Seth dan Page, 1988). Ververis et al. (2004), menyatakan bahawa peningkatan panjang gentian dapat meningkatkan kekuatan koyakan pulpa kayu keras.

2.3.2 Ketebalan Dinding Sel

Penghasilan selulosa di dalam kayu adalah dipengaruhi oleh ketebalan dinding sel. Sasaran penghasilan selulosa adalah untuk pembangunan sel semasa pertumbuhan pokok. Ververis et al. (2004) membuktikan bahawa faktor ketebalan dinding sel adalah diambilkira bagi kekuatan putus helaian kertas yang dihasilkan daripada pulpa kayu keras.

2.3.3 Diameter Lumen

Gentian yang mempunyai lumen yang besar dan dinding sel yang nipis adalah cenderung untuk meleper dan membentuk seperti riben semasa penghasilan kertas. Ini sekaligus dapat meningkatkan ikatan antara gentian dan seterusnya mempunyai sifat-sifat kekuatan kertas yang tinggi (Tamalog, 1965). Manakala Gavrilescu dan Mueller, (2011) pula menyatakan proses pemukulan pulpa memberi kesan kepada diameter lumen.

3. Bahan dan Tatacara

Pokok kelempayan ditebang di kawasan ladang UiTM Cawangan Pahang. Pokok kelempayan ini dipotong kepada bentuk cakera kayu dan dibahagi kepada tiga bahagian iaitu atas, tengah dan bawah. Bahagian atas diambil sebelum dahan pertama, bahagian tengah diambil berdasarkan ketinggian paras dada (1.3 meter) dan bahagian bawah pada 30 cm daripada tanah. Seterusnya cakera-cakera kayu ini dibahagikan pula kepada jarak daripada kulit dan jarak daripada empulur.

3.1 Sifat-sifat Anatomi

Cakera kayu yang dibahagikan berdasarkan ketinggian berbeza serta jarak dari kulit ke empulur dipotong pula kepada blok - blok kayu bersaiz 2 cm x 2 cm. Blok-blok kayu yang digunakan direndam selama beberapa minggu (bergantung kepada ketumpatan kayu) untuk tujuan melembutkan. Microtome gelangsar digunakan bagi menghasilkan lapisan nipis daripada bahagian keratan rentas. Bagi mendapatkan imej yang lebih jelas, ketebalan lapisan bahagian-bahagian kayu tadi haruslah diantara 20-30 mikron. Lapisan-lapisan tadi diletakkan di dalam mangkuk petri untuk proses pewarnaan dengan larutan safranin. Proses ini menggunakan safranin 1% yang mana telah dicairkan dengan 70% alkohol. Seterusnya, rendam lapisan-lapisan tadi direndam dalam safranin selama 5 minit.

Penyahidratan pula adalah proses mengeluarkan udara dengan cara meletakkan lapisan nipis tadi ke dalam siri larutan alkohol dengan penambahan kekuatan: 50% - 70% - pewarnaan - 70% - 95% - 95%. Bagi setiap larutan biarkan selama 2 minit. Akhir sekali, lapisan nipis tersebut dibersihkan sebanyak dua kali dengan larutan xylene, diikuti dengan Canada Balsam untuk pelekatan kekal.

Kiraan kepadatan liang kayu adalah menggunakan 4x pembesaran. Manakala, diameter liang pula menggunakan 40x pembesaran. Kemudian, klasifikasi kepadatan serta diameter liang adalah merujuk kepada garis panduan IAWA (*International Association of Wood Anatomist*, 1939).

3.2 Morfologi Gentian

Satu lagi aspek penting di dalam kajian struktur kayu adalah menentukan morfologi gentian. Sampel yang berdekatan dengan empulur dan kulit pada setiap ketinggian pokok diracik kepada bentuk batang mancis. Setiap sampel memerlukan 3-5 batang sahaja. Bagi kaedah sodium klorit (NaClO_2) ini (Wise dan Jahn, 1952), batang-batang mancis dimasukkan ke dalam kelalang kon yang berisi 10% asid asetik glacial sebanyak 100 ml. Sodium klorit sebanyak 5 g juga turut ditimbang dan dicampur di dalam kelalang kon tadi. Kelalang kon ini

akan diletakkan dalam kukus air yang bersuhu 70°C dan eksperimen ini perlu dijalankan di dalam kebuk wasap kerana gas klorin akan terbebas semasa eksperimen ini dijalankan.

Larutan yang semakin pudar warna kuningnya perlu ditambah lagi dengan 5 g sodium klorit. Penambahan ini perlu dilakukan sehingga batang-batang mancis menjadi putih dan boleh diketuk dengan rod kaca untuk memecahkannya. Masa yang diperlukan untuk melengkapkan eksperimen ini adalah di antara 3-5 jam dengan 6-10 kali penambahan sodium klorit. Setelah selesai, larutan tadi dibilas dengan air suling sehingga larutan bertukar menjadi jernih. Akhir sekali, beberapa titik alkohol dititis dalam kelalang untuk mengelakkan gentian tersebut berkulat.

Bagi penentuan morfologi gentian, beberapa titis safranin dititiskan untuk mewarnakan gentian kepada warna merah. Slaid sementara disediakan dengan menitiskan titisan yang mengandungi gentian pada slaid mikroskop. Alat yang digunakan untuk mengukur gentian ini adalah Mikroskop Digital. Ukuran yang akan diambil adalah panjang gentian, diameter gentian dan diameter lumen. Sebanyak 30 bacaan diambil untuk setiap sampel.

3.3 Analisis Statistik

Kesemua data yang diperolehi dianalisis menggunakan ANOVA daripada Statistik SPSS.

4. Keputusan dan Perbincangan

4.1.1 Sifat – sifat Anatomi

Jadual 1. Nilai purata bagi sifat – sifat anatomi kayu kelempayan

| Ketinggian | Kepadatan liang | Diameter liang |
|------------|-----------------|----------------|
| Atas | 7 | 116.03 |
| Tengah | 4 | 150.99 |
| Bawah | 3 | 180.58 |

Jadual 1 menunjukkan nilai purata yang diperolehi daripada keratan rentas kayu kelempayan bagi bahagian atas, tengah dan bawah. Keputusan yang diperolehi menunjukkan nilai purata bagi bilangan liang per mm² dan diameter liang. Kiraan kepadatan liang diambil pada sekurang-kurangnya lima bahagian dengan saiz ukuran yang seragam dan diameter liang pula diukur sekurang-kurangnya pada 25 liang. Keputusan yang diperolehi kemudiannya dirujuk kepada garis panduan IAWA (1939) bagi kategori kayu keras. *IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification* (Wheeler et al., 1989) adalah penting bagi mengenal pasti ciri dan terminologi yang digunapakai dalam pengenalan ciri anatomi kayu. Didapati bahawa bahagian atas mempunyai kepadatan liang yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bahagian tengah dan bawah. Manakala, diameter liang pula memberi nilai yang tinggi pada bahagian bawah. Merujuk kepada Jadual 2, bahagian atas diklasifikasikan sebagai sederhana sedikit dan bahagian tengah serta bawah di dalam kumpulan sedikit. Jadual 3 pula mengklasifikasikan kayu kelempayan mempunyai diameter liang yang sederhana besar.

Jadual 2. Klasifikasi kepadatan liang (Suhaimi, 2006)

| Saiz Kelas | Kepadatan Liang (μm) |
|-------------------|-----------------------------------|
| Amat Sedikit | 2 vesel per mm persegi |
| Sedikit | 2 – 5 vesel per mm persegi |
| Sederhana sedikit | 5 – 10 vesel per mm persegi |

Jadual 3. Klasifikasi diameter liang (Suhaimi, 2006)

| Saiz Kelas | Diameter Liang (μm) |
|-----------------|----------------------------------|
| Sederhana kecil | Antara 50 ke 100 |
| Sederhana besar | Antara 100 ke 200 |
| Besar | Lebih dari 200 |

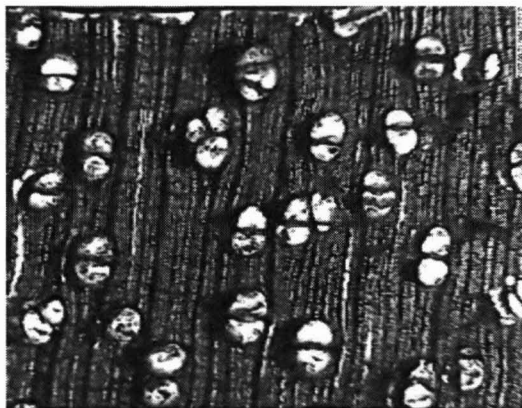
Jadual 4 menunjukkan ringkasan ANOVA bagi sifat – sifat anatomi kayu kelempayan. Secara keseluruhannya, faktor ketinggian sangat mempengaruhi taburan dan diameter liang sesuatu spesies. Menurut Suhaimi (2006), liang terdiri daripada sekumpulan sel atau tisu yang berfungsi sebagai sistem yang mengalirkan sap pada kayu keras. Nilai yang diperolehi menunjukkan semakin tinggi pokok, kepadatan liang semakin tinggi. Ini kerana bahagian atas pokok merupakan kayu yang muda. Menurut Suhaimi dan rakan-rakan (1998), kepadatan liang semakin tinggi apabila diameter liang menjadi semakin kecil.

Diameter liang juga merekodkan keputusan yang sangat signifikan terhadap ketinggian pokok. Semakin berkurangan ketinggian pokok, diameter liang adalah semakin besar. Menurut Suhaimi et al. (1998), ini kerana pada bahagian bawah pokok telah berlakunya pembesaran liang akibat daripada tumbesaran sekunder yang sekaligus menyebabkan diameter pokok bertambah. Secara keseluruhannya, kepadatan dan diameter liang adalah berkait antara satu dengan yang lain.

Jadual 4. Ringkasan ANOVA sifat – sifat anatomi kayu kelempayan

| Pembolehubah | df | Kepadatan liang | Diameter liang |
|--------------|----|-----------------|----------------|
| Ketinggian | 2 | 93.00** | 35.62** |

df darjah kebebasan, ** $p < 0.001$ (sangat signifikan)



Rajah 1. Keratan rentas bahagian atas kayu kelempayan dengan 4x pembesaran (Nursyuhada, 2015)

4.1.2 Morfologi Gentian

Morfologi gentian merupakan penilaian penting bagi kualiti kayu yang berkaitan dengan penggunaan, terutama bagi produk seperti kertas atau papan gentian. Panjang gentian adalah antara ciri yang mempengaruhi kesesuaian sesuatu produk yang ingin dihasilkan. Jadual 5 menunjukkan nilai purata yang diperolehi daripada 30 bacaan gentian yang merangkumi ketinggian yang berbeza serta jarak iaitu berdekatan dengan kulit dan berdekatan dengan empulur. Secara keseluruhannya, bahagian bawah pokok merekodkan nilai yang tinggi bagi jarak berdekatan dengan kulit dan yang berdekatan dengan empulur.

Jadual 5. Nilai purata morfologi gentian kayu kelempayan

| Jarak | Ketinggian | Panjang gentian (mm) | Diameter gentian (μm) | Diameter lumen (μm) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Dekat kulit | Atas | 1.478 | 33.869 | 19.475 |
| | Tengah | 1.479 | 36.389 | 23.286 |
| | Bawah | 1.489 | 40.021 | 28.753 |
| | Purata | 1.482 | 36.760 | 23.838 |
| Dekat empulur | Atas | 1.225 | 28.899 | 18.709 |
| | Tengah | 1.128 | 37.914 | 24.917 |
| | Bawah | 1.236 | 34.299 | 24.062 |
| | Purata | 1.196 | 33.704 | 22.563 |

Jadual 6 menunjukkan kesan terhadap ketinggian pokok dan jarak dari kulit ke empulur beserta interaksi di antaranya pada morfologi gentian yang diperolehi daripada ANOVA. Faktor ketinggian menunjukkan nilai yang sangat signifikan terhadap diameter gentian dan lumen. Bagi faktor jarak pula, ianya merekodkan keputusan yang sangat signifikan terhadap semua nilai morfologi gentian kecuali diameter lumen. Manakala interaksi di antara ketinggian dan jarak pula, hanya merekodkan nilai yang signifikan bagi diameter gentian.

Faktor ketinggian pokok amat memberi kesan kepada sifat morfologi gentian. Yang mana semakin meningkat ketinggian pokok, nilai yang diperolehi bagi kesemua sifat-sifat morfologi gentian adalah menurun. Ini adalah kerana bahagian atas pokok merupakan sel-sel kayu yang baru terbentuk dan aktif semasa tumbesaran berbanding bahagian bawah yang mengandungi banyak sel-sel kayu yang telah matang dan tidak lagi aktif semasa tumbesaran. Menurut Yeh (2005), kajiannya terhadap spesies *Loblolly pine* mendapati panjang gentian kayu juvenil mempunyai perbezaan yang ketara pada bahagian atas berbanding dengan bahagian bawah yang mana bahagian atas pokok mempunyai gentian yang lebih pendek daripada bahagian bawah.

Kesan faktor jarak memberikan nilai yang sangat signifikan terhadap morfologi gentian kecuali diameter lumen. Ini kerana kawasan berdekatan dengan kulit terdapat sel-sel kayu yang telah melalui proses pembentukan xilem sekunder yang mana xilem sekunder ini mempunyai sifat-sifat seperti panjang gentian, diameter gentian, diameter lumen dan ketebalan dinding sel yang lebih tinggi berbanding kawasan berdekatan dengan empulur (Junaiza, 2010). Menurut Suhaimi et al. (1998) pula, diameter gentian mempunyai nilai yang tinggi pada kawasan berdekatan kulit dan berkurangan apabila mendekati empulur.

Jadual 6. Ringkasan ANOVA morfologi gentian kayu kelempayan

| Pembolehubah | <i>df</i> | Panjang gentian | Diameter gentian | Diameter lumen |
|----------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|
| Ketinggian (T) | 2 | 2.67ns | 13.34** | 21.60** |

| | | | | |
|-----------|---|----------|--------|--------|
| Jarak (J) | 1 | 172.10** | 8.42** | 1.88ns |
| T x J | 2 | 2.36ns | 4.77* | 3.93ns |

df darjah kebebasan, ** $p < 0.01$ (sangat signifikan), $p > 0.05$ (not significant)

5. Kesimpulan

Sifat-sifat anatomi dan morfologi gantian sesuatu spesies kayu adalah sangat penting dalam menentukan sifat kayu tersebut. Ianya juga amat membantu di dalam pengenalan sesuatu spesies kayu. Setiap kejadian pokok adalah menunjukkan kebesaran Allah swt dengan tersembunyinya 1001 rahsia yang perlu dikaji. Keseluruhannya, sifat anatomi kayu amat dipengaruhi oleh ketinggian pokok. Semakin tinggi pokok, semakin meningkatnya kepadatan liang tetapi diameter liang semakin berkurang. Ini kerana bahagian atas merupakan kayu yang baru terbentuk. Bagi morfologi gantian pula, semakin tinggi bahagian pokok semakin kurang nilai morfologi gantian yang diperolehi. Manakala faktor jarak pula, semakin menjauhi empulur, nilai morfologi gantian semakin meningkat.

6. Rujukan

- Abdul Latif. (1982). Differences wood properties between juvenile wood and mature wood in 10 species. 363-375.
- Gavrilescu, A., & Mueller, K. (2011). Journal of Natural Fibers. *Properties of Rapeseed (Brassica napus) Stalks Fiber*, 241-262.
- Horn, R. A., & Setterholm, V. C. (1990). Fiber morphology and newcrops. Inc: Janick, J., Simon, J. E. (Eds), *Advancee in New Crops. Timber Press*, p. 270-275.
- IAWA Committee. (1939). Standard terms of size for vessel diameter and ray width. *Tropical Woods* 59,51-52.
- Joker, D. (2000). *Neolamarckia cadamba* (Roxb.) Bosser. *Seed Leaflet*, 1-2.
- Junaiza, A. Z. (2010). Sifat-sifat Anatomi dan Kimia Kayu Getah Juvenil (*Hevea brasiliensis*) Klon Lateks Balak RRIM 2009 dan 2024. Pusat Pengajian Teknologi Industri. Pulau Pinang, Universiti Sains Malaysia. **Msc**: 89-91.
- Lim, S. C., Kan, K. S., & Thi, B. K. (2004). Identification and utilization of lesser-known commercial timbers in Peninsular Malaysia. *Timber Technology Bulletin*, 1-7.
- Mier, E. (2014). *The Wood Database*. Retrieved from The Wood Database Website: <http://www.wood-database.com/>
- Mohd Sukhairi, M. R., Razak, W., Amran, S., Ahmad, M. Y., Mahani, Y., Siti Fatimah, M. R., & Zulhisyam, A. K. (2013). Effect of wood fiber geometry size on mechanical properties of wood fiber from *Neolamarckia cadamba* species reinforced polypropylene composites. *Journal of Tropical Resources and Sustainable Science* 1, 42-50.
- Nursyuhada, M. N., & Junaiza, A. Z. (2015). Anatomical Properties of Kelempayan (*Neolamarckia cadamba*). Pusat Pengajian Industri Perakayuan. Pahang, Universiti Teknologi Mara Cawangan Pahang. **Bsc**: 44.45.
- Omotoso, M. A., & Ogunbile, B. O. (2009). Fibre and chemical properties of some Nigerian grown Musa species for pulp production. *Asian Journal of Materials Science* 1, 14-21.
- Panshin, A. J., & De Zeeuw, D. (1980). *Textbook of Wood Technology*. 4th Edition. McGraw – Hill Book Co. New York.
- Patt, R., Kordsachia, O., & Fehr, J. (2006). European hardwoods versus *Eucalyptus globulus* as raw material for pulping. *Wood Science and Technology* 40, 39-48.
- Seth, R. S. dan Page, D. H. (1988). Fiber properties and tearing resistance. *Tappi J.* 71(2), 103-107.
- Suhaimi, M. (2006). Anatomi kayu-Sifat Fizikal dan Struktur Kayu-kayan Malaysia. Universiti Teknologi Mara Shah Alam: Pusat Penerbitan Universiti (UPENA).

- Suhaimi, M., Mohd Hamami, S., Mohd Nazip, S., & Mansur, A. (1998). *Wood Quality Indicators in Rubberwood (Hevea brasiliensis)*. Proceeding Seminar of Bureau of Research and Consultancy, ITM, Shah Alam. p.28-42.
- Sze Leng, T., Julaihi, A., & Wei Seng, H. (2007). Genetic variation of kelampayan (*Neolamarckia cadamba*) trees for planted forest development in Sarawak. Proceeding for Applied Science Research Seminar, 65-71.
- Tamalog. (1965). Handbook of papermaking, London: *Business Book Limited*. p. 45-59.
- Ververis, C., Georghiou, K., Christodoulakis, N., Santa, P., & Santas, R. (2004). Fiber dimensions, lignin and cellulose content of various plant materials and their suitability for paper production. *Industrial Crops and Products 19*, p. 245-254.
- Wheeler, E. A., Baas P., & Gasson, P. E. (1989). (4th printing 2007) Published for the International Association of Wood Anatomists at the National Herbarium of the Netherlands, Leiden. IAWA Bulletin n.s 10 (3). p. 219-332.
- Wise, L. E., & Jahn, E. C. (1952). *Wood Chemistry, Ed. 2, Vol 1 & 2*, Reinhold Publication Co., New York, USA.
- Yeh, T. F., Braun, J. L., Goldfarb, B., Chang, H. M., & Kadla, J. F. (2005). Morphological and chemical variations between juvenile wood, mature wood and compression wood of *Pinus taeda*.