

## Pemanfaatan kayu resak (*Vatica sp.*) dari lahan terbiarkan sebagai bahan konstruksi bangunan

Kusno Yuli Widiati<sup>1\*</sup>, Sri Asih Handayani<sup>1</sup>, Karyati<sup>1</sup>, Karmini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Penajam, Samarinda 75123

<sup>2</sup>) Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Kampus Gunung Kelua, Jalan Pasir Balengkong, Samarinda 75123

\*Email : [kuywidiati@fahutan.unmul.ac.id](mailto:kuywidiati@fahutan.unmul.ac.id)

Artikel diterima: 05 Agustus 2022 Revisi diterima: 14 Maret 2023

### ABSTRACT

The abandoned lands in East Kalimantan are caused by several factors such as capital, land owners far from the location, infertile land for fast-harvesting crops, and so on have a lot of potentials if used optimally. This is because after several years of neglect, generally the land in East Kalimantan will turn into a secondary forest so that many pioneer trees are overgrown, such as the resak type. Although this type of resak is quite popular, some people in East Kalimantan still do not use it properly, especially to replace wood that has been known before. General information about the use of resak in various journals and books is widely available, but with so many types of resak (+ 80 types) additional information is still needed. Therefore, the purpose of this study was to determine the potential of resak wood from abandoned land as building construction materials according to the Indonesian National Standard SNI, namely SNI 03-3527.1994 and PKKI NI-5.2002. Samples were taken from the base, middle, and ends. Making samples and testing the mechanical properties of wood using German standards (DIN). Data analysis was assisted by the Microsoft Excel program. From the results of the data recapitulation, it is known that the shear strength and MoR are in the strength class I, MoE and the compressive strength parallel to the fiber are in the II strength class. The strength value based on mechanical sorting at a moisture content of 15% according to the SNI standard, shear strength and MoR are in the E26 category, compression parallel to E23, and MoE fibers below E10.

**Key words:** Density, mechanics, resak, standard, strength.

### ABSTRAK

Lahan-lahan di daerah Kalimantan Timur yang terbiarkan diakibatkan karena beberapa faktor seperti modal, pemilik lahan jauh dari lokasi, tanah kurang subur untuk komoditas tanaman cepat panen dan sebagainya sesungguhnya memiliki banyak potensi jika dimanfaatkan dengan optimal. Hal ini dikarenakan setelah beberapa tahun terlantar, umumnya lahan di Kalimantan Timur ini akan berubah menjadi layaknya hutan sekunder sehingga banyak ditumbuhi pohon-pohon pionir seperti jenis resak. Meskipun jenis resak cukup populer, namun sebagian masyarakat di Kalimantan Timur masih belum memanfaatkan dengan baik, terutama untuk menggantikan kayu-kayu yang sudah terkenal sebelumnya. Informasi secara umum mengenai pemanfaatan resak di berbagai jurnal dan buku sudah banyak tersedia namun dengan banyaknya jenis resak ( $\pm 80$  jenis) tambahan informasi masih diperlukan. Karena itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi kayu resak dari lahan terbiarkan sebagai bahan konstruksi bangunan sesuai Standar Nasional Indonesia SNI yaitu SNI 03-3527.1994 dan PKKI NI-5.2002. Sampel diambil mulai dari bagian pangkal, tengah dan ujung. Pembuatan sampel dan pengujian sifat fisika mekanika kayu menggunakan standar Jerman (DIN). Analisis data dibantu dengan program Microsoft Excel. Nilai keteguhan geser dan MoR masuk kelas kuat I, MoE dan keteguhan tekan sejajar serat masuk kelas kuat II. Dilihat dari nilai kuat acuan berdasarkan atas pemilahan mekanis pada kadar air 15% sesuai standar SNI keteguhan geser dan MoR masuk kategori E26, tekan sejajar serat E23 dan MoE di bawah E10.

**Kata kunci :** Kerapatan, keteguhan, mekanika, resak, standar.

### PENDAHULUAN

Lahan-lahan yang dibiarkan bertahun-tahun di Samarinda umumnya disebabkan banyak pemilik lahan yang memiliki modal terbatas untuk mengelola lahan, lokasi pemilik tanah jauh dari lahan, sarana jalan yang minim, penguasaan tanah yang terlalu luas, kondisi topografi tanah, dan pemilik memiliki sumber penghasilan lain sehingga pengelolaan lahan tersebut bukan merupakan sumber penghasilan utama.

Lahan-lahan yang dibiarkan beberapa tahun khususnya di Kalimantan yang termasuk daerah tropis basah akan menyebabkan tumbuhnya beranekaragam jenis flora termasuk pepohonan sebagai bahan utama sumber bahan baku untuk konstruksi bangunan. Hal ini dikarenakan kayu sebagai bahan konstruksi tidak dapat sepenuhnya dapat digantikan oleh bahan lain seperti besi dan baja karena kayu mempunyai keunggulan

diantaranya sebagai berikut: mudah dalam pengerjaan karena bisa dibuat atau dibentuk sesuai keinginan, serta mudah untuk dipaku, dibaut atau direkatkan, proses dan durasi pengerjaannya lebih cepat karena banyak tukang lokal yang mengusainya, mudah didapat, merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui, daya tahan terhadap listrik serta bahan kimia cukup baik, dan lain-lain.

Meskipun kayu termasuk sumber daya alam yang dapat diperbarui, tetapi perbandingan antara besarnya kebutuhan konsumen dengan pertumbuhan pohon seiring waktu terjadi kesenjangan yang semakin besar. Akibatnya kayu-kayu komersial seperti meranti, jati, mahoni dan yang lainnya, pasokan yang tersedia di pasaran semakin berkurang sehingga semakin tahun harganya terus meningkat sesuai hukum pasar. Di sisi lain masih banyak kayu yang belum digunakan secara populer termasuk jenis pionir yang cepat tumbuh, diantaranya jenis pohon resak. Meskipun dari berbagai informasi resak telah mulai banyak digunakan untuk mebel, bahan konstruksi dan lainnya, namun informasi secara khusus seperti korelasi antara berbagai sifat kayu maupun kualitas mutu sesuai standar, belum banyak ditemukan sehingga masih diperlukan data-data untuk melengkapi sumber-sumber informasi yang sudah tersedia sebelumnya.

Berdasarkan informasi yang dibagikan oleh Arboretum Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia, pohon resak tingginya bisa mencapai 30 m dengan batang lurus panjang 20 m diameter 40-50 cm dan dinding penopangnya kecil. Pohon ini terdiri atas 80 jenis, tersebar dari India bagian timur dan selatan, Srilanka dan Myanmar, Thailand, Indo Cina hingga Cina bagian selatan (Hainan) dan Malaysia. Kalimantan memiliki 35 jenis (23 diantaranya endemik), Semenanjung Malaysia 21, Sumatera 11 dan Filipina 7 jenis.

Beberapa penelitian pendahuluan tentang keragaman jenis-jenis pada lahan terbiarkan (Karyati, 2013; 2016; 2017, 2019), sifat fisik dan mekanik beberapa jenis kayu tropis (Widiati, 2003; 2005; 2007; 2011; 2016; 2017) telah dilakukan. Namun sifat fisika mekanika kayu resak dengan banyaknya jenis yang ada belum terpetakan secara maksimal, terutama sebagai bahan untuk konstruksi bangunan perbagian batang pohon dengan acuan standar SNI 03-3527.1994 dan PKKI-NI.5.2002.

Topik penelitian yang diusulkan sesuai dengan tema pokok pengembangan penelitian dan pengabdian masyarakat Universitas Mulawarman yaitu *integrated sustainable tropical ecosystem based development* dan termasuk dalam bidang unggulan (*comfortarea*) kedua, yakni “lingkungan

dan sumber daya alam (perlindungan dan pengelolaan lingkungan dan sumber daya alam tropis)” .

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk (1) Mengetahui sifat fisika dan mekanika kayu resak berdasarkan acuan mutu standar SNI 03-3527.1994 dan PKKI-NI.5.2002 untuk kayu konstruksi dan (2) Mengetahui korelasi antara kerapatan normal dengan sifat fisika dan mekanika kayu resak.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Laboratorium Industri dan Pengujian Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman.

Bahan penelitian berupa kayu resak (*Vatica sp.*) dengan diameter +25 cm yang berasal dari lahan terbiarkan di Kelurahan Sungai Pinang Dalam, Kecamatan Sungai Pinang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Bagian batang bebas banir setinggi dada diambil bagian pangkal, tengah dan ujung bebas cabang. Beberapa peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain micro caliper, kalifer, circular saw, timbangan digital, kamera, Universal Testing Machine (UTM), oven listrik, dan alat tulis menulis.

### Analisis Data

Log kayu resak diambil pada bagian pangkal, tengah dan ujung bebas cabang masing-masing sepanjang 1,5 m, kemudian dibelah setebal 7 cm sehingga batang bebas kulit. Setelah kering udara papan tebal tersebut dipotong sesuai ukuran sampel berdasarkan standar DIN dengan perbedaan bidang tangensial, radial dan transversal yang jelas. Ukuran sampel yang digunakan sesuai standar dengan kondisi bebas cacat dan bersih. Ukuran sampel kadar air dan kerapatan  $2 \times 2 \times 2$  cm, perubahan dimensi  $2 \times 2 \times 10$  cm. Selanjutnya untuk mekanika kayu sampel keteguhan pukul dengan ukuran  $2 \times 2 \times 30$  cm, geser  $5 \times 5 \times 5$  cm, lengkung statis  $2 \times 2 \times 36$  cm dan keteguhan tekan  $2 \times 2 \times 6$  cm. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam ruang konstan dengan suhu 20oC dan kelembapan udara 65% sehingga mencapai kadar air kurang lebih 12-15%.

Pengukuran sifat fisik meliputi kadar air, kerapatan, pengembangan, dan penyusutan kayu. Sedangkan pengukuran nilai mekanika kayu meliputi pengujian keteguhan lengkung statis, keteguhan geser, keteguhan pukul dan keteguhan tekan sejajar serat. Pengujian sifat fisika dan mekanika kayu mengikuti standar DIN yaitu kadar

air (DIN 52183-77), kerapatan (DIN 52182-72), pengembangan dan penyusutan (DIN 52184-79), keteguhan lengkung statis (DIN 52186-78), keteguhan geser (DIN 52186-77), dan keteguhan tekan (DIN 52185-76) serta keteguhan pukul (DIN 52189-48). Pengujian sampel dibedakan berdasarkan posisi dalam batang yaitu bagian pangkal, tengah dan ujung batang bebas cabang.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena gejala-gejala hasil pengamatan dikonversikan ke dalam angka-angka yang dianalisis menggunakan statistik. Menurut Creswell (2017), penelitian kuantitatif mengharuskan peneliti untuk menjelaskan bagaimana variabel mempengaruhi variabel yang lain. Hasil penelitian adalah variabel terikat yang diduga berpengaruh pada variabel perlakuan.

Data-data pengujian yang diperoleh dianalisis dengan korelasi yang merupakan salah satu teknik statistik yang digunakan untuk mencari hubungan antara dua variabel yang bersifat kuantitatif (nilai berupa angka). Data primer yang telah diperoleh kemudian dikumpulkan dan diolah sesuai rumus-rumus dari standar DIN. Selanjutnya dibandingkan dengan nilai acuan berdasarkan SNI 03-3527.1994 dan PKKI-NI.5.2002. Untuk melihat hubungan atau korelasi antara nilai kerapatan normal dengan sifat

fisika dan mekanika data-data yang sudah lengkap dianalisis korelasi menggunakan program *Microsoft Excel*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Resak

Berdasarkan standar SNI 03-3527.1994 tentang mutu dan ukuran bangunan, kerapatan normal kayu resak yang diteliti masuk kategori kelas kuat II. Dilihat dari nilai anisotropi penyusutan kayu resak berdasarkan Vademecum Kehutanan Indonesia tahun 2020 termasuk dalam kategori penyusutan kayu kelas “ringan”. Nilai rasio T/R (anisotropi) pada penelitian ini yakni antara 2,00–3,00, namun nilai ini jika dibandingkan dengan yang tercantum di Panshin & de Zeeuw (1980) yang umumnya berkisar antara 1,4–2,0 maka anisotropi kayu resak pada penelitian ini lebih besar. Hasil ini menunjukkan bahwa kayu resak memiliki dimensi yang kurang stabil. Dimensi kayu dikatakan semakin stabil jika mendekati angka satu. Nilai kadar air, kerapatan dan kembang susut volume maksimal kayu resak berdasarkan hasil pengujian sesuai standar DIN disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai kadar air, kerapatan dan kembang susut volume maksimal kayu resak

Parameter yang diuji	Pangkal	Tengah	Ujung	Rataan
Kadar air (%)	15,57	15,71	15,76	15,68
Kerapatan normal (g/cm <sup>3</sup> )	0,61	0,60	0,60	0,60
Kerapatan kering tanur (g/cm <sup>3</sup> )	0,56	0,57	0,51	0,55
Penyusutan volume (%)	10,09	9,67	10,28	10,01
Anisotropi penyusutan	3,09	3,29	2,92	3,10
Pengembangan volume (%)	10,75	10,27	10,93	10,65
Anisotropi pengembangan	3,26	3,47	3,07	3,27

Nilai kekuatan kayu resak sesuai standar SNI 03-3527.1994 dapat digolongkan sebagai berikut: keteguhan tekan sejajar serat dan MoE termasuk kelas kuat II dan MoR serta keteguhan geser kelas kuat I. Berdasarkan nilai kuat acuan pemilahan secara mekanis pada kadar air 15% (PKKI-NI.5.2002) pada kayu resak, maka kuat acuan keteguhan geser E26, tekan sejajar serat E23, MoE tidak masuk dalam acuan dan MoR kuat acuan E26. Kelas kuat kayu resak dalam Heyne (1987) antara

II-III. Sesuai yang tercantum dalam Forest Products Laboratory USDA (2021) bahwa sifat mekanika kayu yang dihasilkan juga tergantung dari karakter hutan atau tempat tumbuh pohon yang bersangkutan, sehingga perlu evaluasi kembali jika terjadi perubahan karakter hutan terutama jika kayu-kayu tersebut digunakan untuk aplikasi yang berhubungan dengan tegangan kayu. Nilai mekanika kayu resak ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai mekanika kayu resak

Parameter yang diuji	Pangkal	Tengah	Ujung	Rataan
Keteguhan geser (N/mm <sup>2</sup> )	12,98	11,48	13,30	12,59
Keteguhan tekan // serat (N/mm <sup>2</sup> )	46,34	40,87	41,95	43,05
Keteguhan pukul (J/mm <sup>2</sup> )	0,07	0,05	0,04	0,06
MoE ( <i>Modulus of Elasticity</i> ) (N/mm <sup>2</sup> )	10.133,55	10503,78	10321,36	10319,56
MoR ( <i>Modulus of Rupture</i> ) (N/mm <sup>2</sup> )	90,81	92,94	90,95	91,57

Di dalam Vademecum Kehutanan Indonesia (2020) menyatakan persyaratan kayu untuk dijadikan bahan konstruksi bangunan adalah kuat, keras, berukuran besar dan mempunyai keawetan alami yang tinggi. Dilihat dari kayu resak yang diteliti secara umum kekuatan mekanisnya bisa dijadikan bahan konstruksi bangunan namun karena nilai kuat acuan MoE di bawah E10 dengan kerapatan 0,6 g/cm<sup>3</sup> kayu resak yang diperoleh dari lahan terlantar dan usianya cenderung belum terlalu tua dengan diameter pohon di bawah 30 cm, jika dijadikan sebagai bahan konstruksi berat (misalnya untuk balok penyangga) belum memenuhi syarat sehingga hanya cocok sebagai bahan konstruksi yang memerlukan kekuatan sedang. Selain itu juga masih diperlukan tindakan pengawetan. Karena salah satu persyaratan kayu sebagai bahan konstruksi bangunan adalah keawetan kayu. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Muslich & Rulliaty (2016) bahwa pada umumnya tinggi rendahnya tingkat keawetan kayu juga tergantung pada tinggi rendahnya berat jenis kayu. Kayu yang mempunyai kelas awet II–I umumnya mempunyai berat jenis 0,77 ke atas. Sedangkan dengan berat jenis 0,6 ke bawah (termasuk jenis kayu resak) umumnya mempunyai kelas awet III–V. Meskipun beberapa spesies *Vatica* sangat tahan rayap, bahkan dapat bertahan hingga belasan tahun misalnya *Vatica cuspidate* (14 tahun) dan juga *Vatica teysmanniana* (10 tahun). Oleh karena itu untuk aplikasi bahan konstruksi bangunan dengan kekuatan sedang dan keawetan yang tidak tinggi,

kayu resak dalam penelitian ini cocok digunakan dalam ruangan sebagai bahan seperti kaso, dinding, lantai, dan pintu.

### Korelasi Kerapatan Normal dan Sifat Fisika Mekanika Kayu Resak

Salah satu hal yang mempengaruhi kekuatan kayu adalah kerapatan kayu. Semakin tinggi kerapatan kayunya maka kekuatan kayu juga akan semakin meningkat. Namun tinggi rendahnya nilai kerapatan kayu juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tempat tumbuh, letak kayu dalam batang, cacat kayu, dan lain-lain (Haygreen dan Bowyer, 1996). Oleh karena itu data-data yang ada dianalisis untuk melihat korelasi atau hubungan antara nilai kerapatan normal dan sifat fisika mekanika kayu resak. Hubungan ini bisa bersifat negatif ataupun positif. Tabel 3 menyajikan korelasi antara kerapatan normal dan sifat fisika mekanika kayu resak.

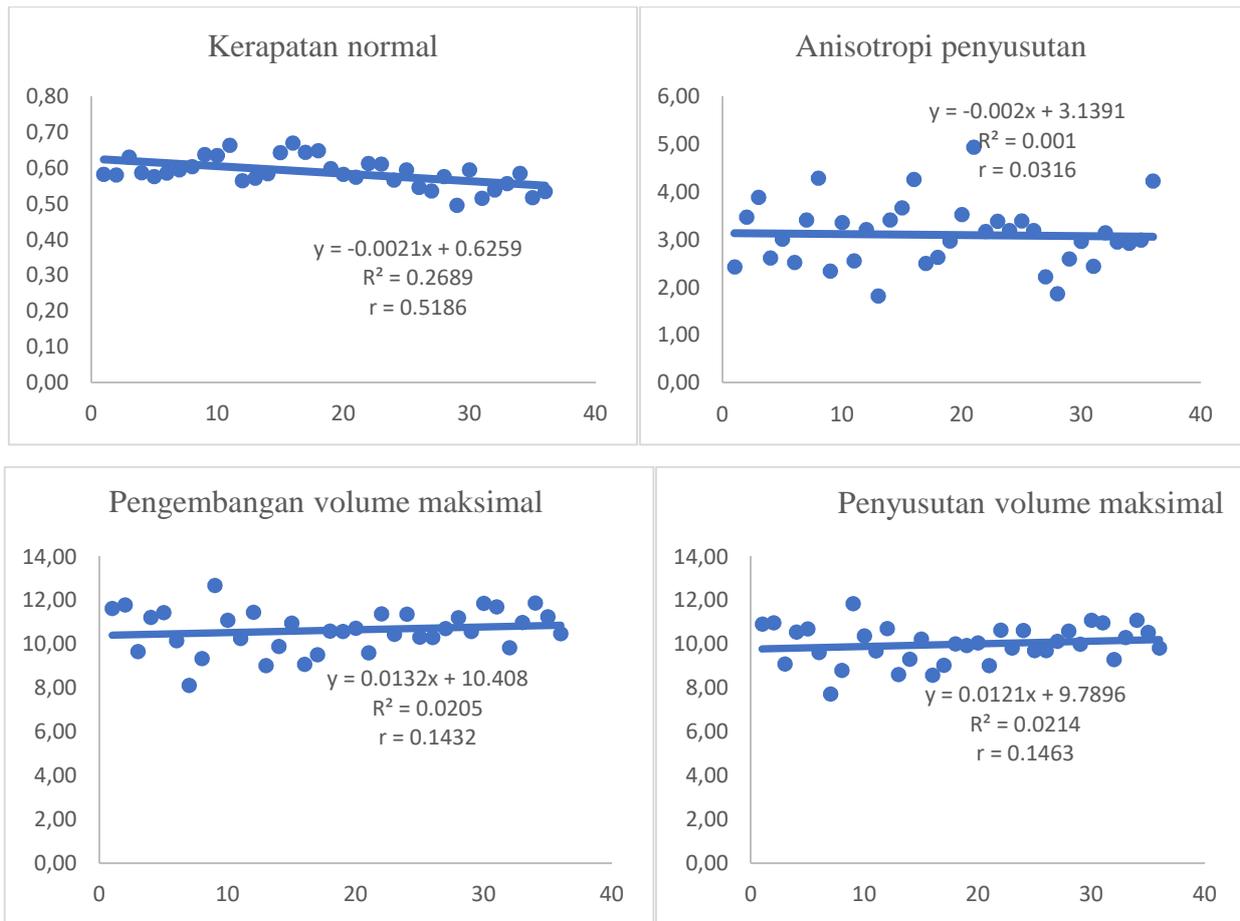
Hubungan antara penyusutan, pengembangan volume maksimal, dan keteguhan geser pada kayu resak menunjukkan korelasi negatif. Keteguhan pukul, tekan sejajar serat serta nilai MoE dan MoR menunjukkan hubungan positif yang berarti semakin tinggi nilai kerapatan normal maka kekuatan kayu juga akan semakin meningkat. Hidayati, dkk. (2018) menyebutkan nilai kerapatan kayu akasia dan mangium berkorelasi secara positif dengan sifat mekanika kayu.

**Tabel 3.** Korelasi antara kerapatan normal dan sifat fisika mekanika kayu resak

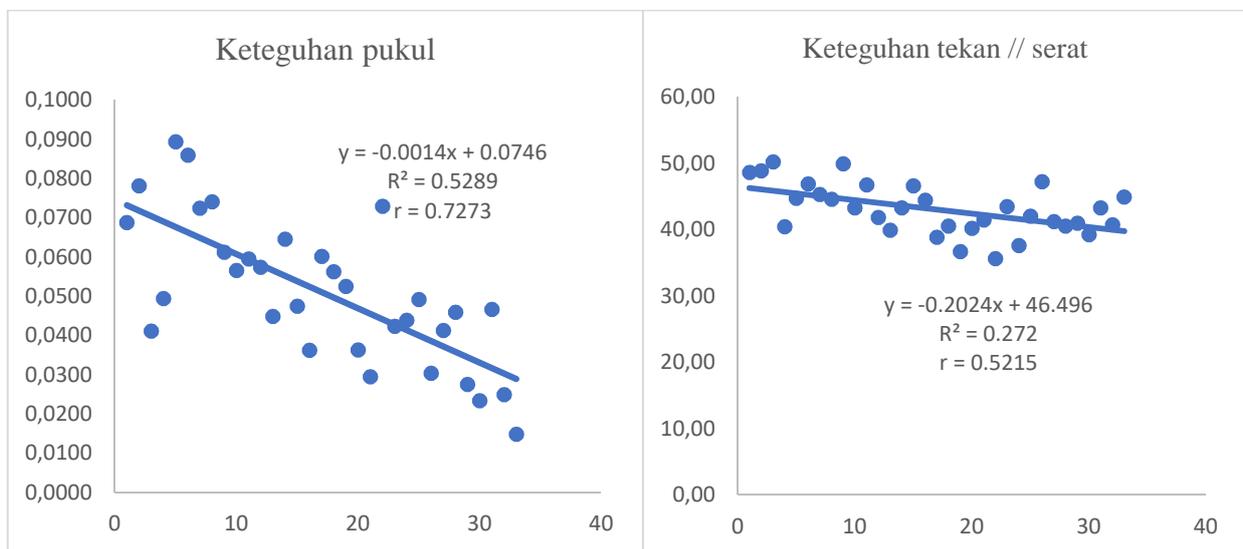
Sifat fisika dan mekanika	Kerapatan normal	Korelasi	Kriteria hubungan
Penyusutan volume maks.	-0,1701	Negatif	Lemah
Pengembangan volume maks	-0,16452	Negatif	Lemah
Keteguhan geser	-0,13555	Negatif	Lemah
Keteguhan pukul	0,293258	Positif	Lemah
Keteguhan tekan // serat	0,189797	Positif	Lemah
MoE	0,180054	Positif	Lemah
MoR	0,079938	Positif	Lemah

Nilai kerapatan dan anisotropi dari pangkal sampai ujung semakin menurun, meskipun penurunannya tidak terlalu tajam sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Kerapatan pada bagian pangkal lebih tinggi dari bagian ujung. Hal ini secara umum dikarenakan faktor dalam proses pertumbuhan sehingga seiring waktu bagian

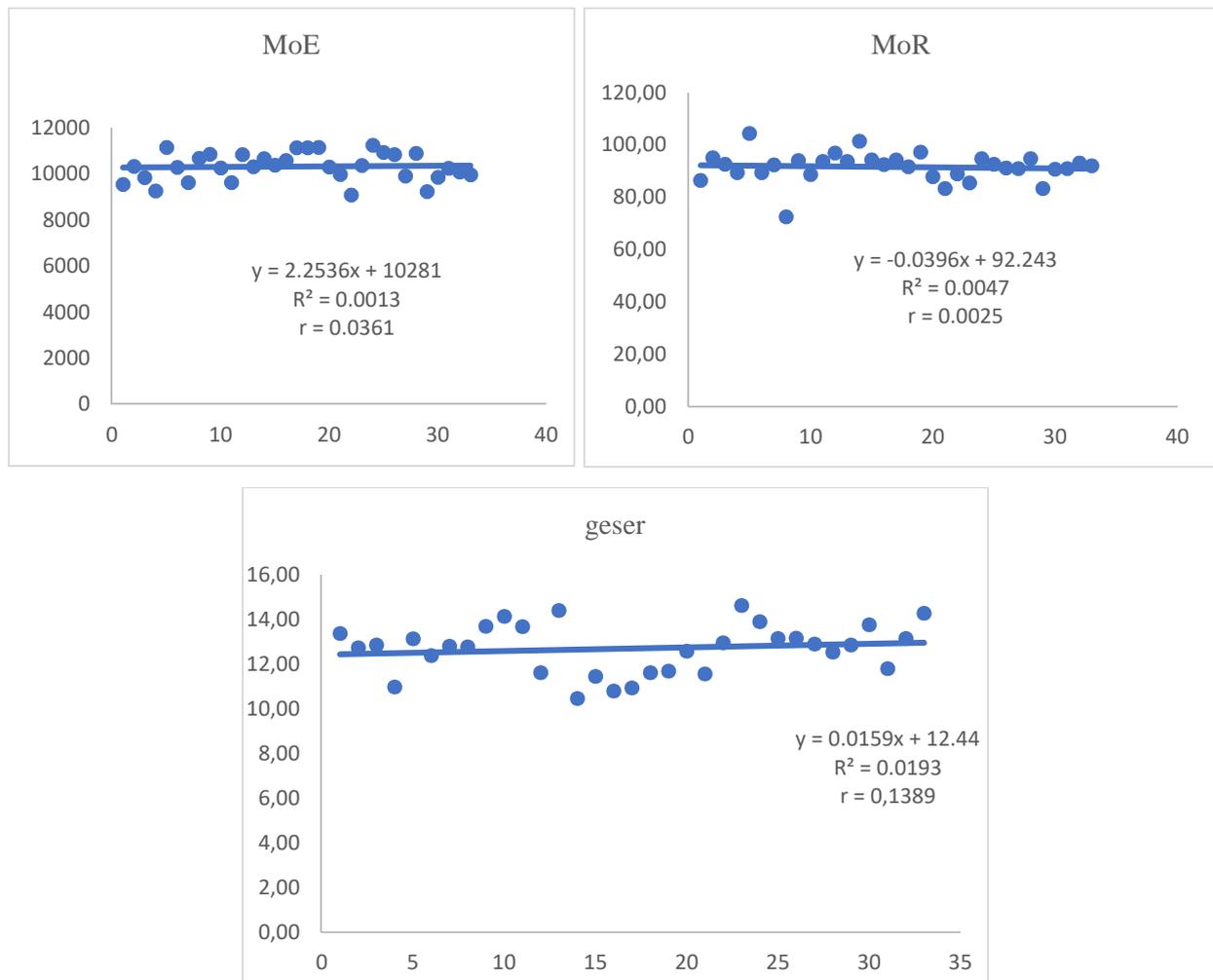
pangkal akan mempunyai kandungan kayu tua lebih banyak dibandingkan bagian ujung. Kerapatan kayu tua cenderung lebih tinggi dibandingkan kayu yang lebih muda. Selanjutnya sebaran nilai pengembangan dan penyusutan volume maksimal dari pangkal sampai dengan bagian ujung bebas cabang hampir seragam dengan nilai r sekitar 0,14.



**Gambar 1.** Sebaran data sifat fisika kayu resak dari pangkal sampai ujung batang



**Gambar 2.** Sebaran nilai keteguhan pukul dan tekan sejajar serat dari pangkal sampai ujung batang kayu resak.



**Gambar 3.** Sebaran nilai keteguhan lengkung statis dan geser dari pangkal sampai ujung batang kayu resak.

Hasil penelitian menunjukkan sebaran nilai mekanika kayu resak dari pangkal sampai dengan ujung batang secara umum tidak terdapat perbedaan yang menyolok atau hampir seragam. Hal ini menandakan bahwa semua bagian dalam batang (pangkal, tengah dan ujung bebas cabang) jika dimanfaatkan akan sama baiknya dari segi kekuatan, terutama untuk kayu yang sudah dewasa.

Berdasarkan nilai  $r$ , keteguhan mekanika kayu dari mulai pangkal sampai dengan ujung batang mempunyai nilai yang positif. Bahkan untuk keteguhan pukul, ( $r^2 = 0,5$  dengan nilai  $r$  sebesar  $\pm 0,7$ ), menandakan bahwa posisi dalam batang berkaitan erat dengan besar kecilnya keteguhan pukul.

Secara umum kayu resak termasuk kayu yang memiliki tingkat pertumbuhan yang lambat. Meskipun beberapa spesies menunjukkan pola yang lebih cepat dibanding yang lain. Dengan tingkat pertumbuhan yang lambat, maka posisi kayu dalam batang akan menunjukkan proporsi kedewasaan yang cukup berbeda, sehingga secara logis, bagian

pangkal merupakan bagian yang paling kuat jika dijadikan sebagai bahan bangunan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman yang telah mendanai penelitian ini dan kepada pihak-pihak yang telah membantu selama pengambilan data di lapangan dan di laboratorium.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bowyer, Jim, L. Shmulsky. Rubin, Haygreen. John.G. (2007). *Forest Product and Wood Science an Introduction*. Blackwell Publising Ltd.
- Creswell, John W. (2017). *Research Design : Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Forest Products Laboratory. (2021). *Wood Handbook- Wood as an Engineering Material. General Technical Report FPL-Ulin - J Hut Trop Vol 7 (1): 38-44*

- GTR-282. Madison, WI: United States Department of Agriculture.
- Haygreen, J.G. And J.L.Bowyer.(1996). Hasil Hutan dan Ilmu Kayu (Terjemahan Sujipto, A.H).Gadjah Mada University Press.Yogyakarta
- Heyne, K., (1988). Tumbuhan Berguna Indonesia. Yayasan Sarana Wana Jaya, Departemen Kehutanan. Jakarta,
- Hidayati, F., Ramadhani, A.P., Harry, P. dan S. Sunarti.( 2018). Pengaruh Kecepatan Pertumbuhan terhadap Sifat Fisika dan Mekanika Kayu *Acacia mangium* Umur 4 tahun Asal Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. (12): 248-254.
- Karyati, Ipor I.B., Jusoh, I. dan Wasli, M.E. (2016). Komposisi Famili Tingkat Semai dan Sapihan Pada Hutan Sekunder Berbeda Umur di Sarawak Malaysia. *Agrifor*. XV(2): 223-232.
- Karyati, Ipor I.B., Jusoh, I. dan Wasli, M.E. (2017). Kehadiran dan Komposisi Permudaan Alami Berdasarkan Famili pada Lahan-lahan Terbiarkan di Sarawak, Malaysia. Prosiding Seminar Nasional Silvikultur Ke 4 dan Kongres Masyarakat Silvikultur Indonesia: Mengatasi Perubahan Iklim terhadap Kelestarian Sumberdaya Hutan dan Ekonomi Sumberdaya Hayati Pusat Pengkajian Perubahan Iklim, Universitas Mulawarman (P3I-UM).
- Karyati, Widiati, K.Y. Karmini, dan Mulyadi, R. (2019). *Development of Allometric Relationships for Estimate Above Ground Biomass of Trees in The Tropical Abandoned Land*. *Biodiversitas*. 20 (12): 3508-3516.
- Muslich, Mohammad & S. Rulliaty. (2016). Ketahanan 45 Jenis Kayu Indonesia Terhadap Rayap Kayu Kering dan Rayap Tanah. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 20 (34): 51-59.
- Panshin, A.J. and de Zeeuw. (1980). *Textbook of Wood Technology*. McGrawHill Book Co. New York
- PKKI NI-5.2002. Tata Cara Perencanaan Kayu Konstruksi Indonesia. Badan Standardisasi Nasional.
- Sari, N., Ernawati, dan Hapid, A. (2015). Sifat Mekanika Kayu Kemiri (*Aleuritas moluccana* Willd) Asal Sulawesi Tengah Berdasarkan Arah Aksial. *Warta Rimba*. 3(2): 73-79.
- SNI 03-3527-1994. Mutu dan Ukuran Kayu Bangunan. Badan Standardisasi Nasional.
- Soerianegara, I. dan R.H.M.J. Lemmens. (1994). *Plant Resources of South East Asia* No. 5 (1). Prosea, Bogor. Indonesia.
- KLHK. (2020). *Vademecum Kehutanan Indonesia*. Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BLI-KLHK). Jakarta.
- Widiati, K.Y. (2011). *Sifat Fisika dan Mekanika Beberapa Jenis Kayu Non Dipterocarpaceae dari Kalimantan Timur*. Prosiding MAPEKI XIV. Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI).
- Widiati, K.Y. (2016). Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Lamina dari Jenis Liran. *Lembusuana*. XVI(185): 33-41.
- Widiati, K.Y., Dayadi, I. dan Taruli, M.M. (2016). Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Ipil (*Endertia spectabilis* Steenis & de Wit Sidiyasa) Berdasarkan Letak Ketinggian dalam Batang. *Agrifor*. XV(1); 93-100.
- Widiati, K.Y. (2017). Sifat Fisika dan Mekanika Laminasi dari Komposisi Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) dengan Kapur (*Dryobalanops* sp.) dan Meranti Kuning (*Shorea* sp.). *Lembusuana*. XVII(190): 1-6.