

Karakterisasi Sifat Fisis, Mekanis dan Redaman Akustik Kayu Lokal Sebagai Bahan Alat Musik

S. Slamet*, B. Santoso, Qomaruddin

Program Studi Teknik mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Jl. Gondang manis PO. Box 53, Bae – Kudus – Jawa Tengah (59352)
E-mail: sugeng.slamet@umk.ac.id

Abstrak

Tanaman hutan tropis seperti gempol, sonokeling, mahoni, trembesi dan durian tumbuh subur di Indonesia. Selama ini pemanfaatan kayu hutan tersebut hanya digunakan untuk bahan mebelair dan bahan konstruksi bangunan secara turun temurun. Tidak cukupnya referensi terhadap karakteristik sifat fisis dan mekanis pada kayu lokal tersebut, menyebabkan pemanfaatannya tidak maksimal. Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi sifat fisis dan mekanis kayu lokal sebagai bahan baku alat musik modern. Metode yang dilakukan adalah menentukan jenis kayu lokal meliputi kayu jenis gempol dan mahoni. Spesimen dilakukan foto makro, selanjutnya dilakukan pengujian kadar air, densitas, kekuatan tarik dan kekuatan bending. Pengujian sifat akustik dilakukan pada produk alat musik jenis biola terhadap kedua kayu tersebut. Hasil pengujian menunjukkan struktur serat kayu mahoni lebih halus dengan orientasi searah, sedangkan kayu gempol menunjukkan serat kasar dengan orientasi acak. Kadar air kayu lokal jenis mahoni 35,39%, sedangkan jenis gempol 49,98%. Densitas kayu mahoni 0,643 gr/cm³ dan kayu gempol 0,560 gr/cm³. Kayu lokal jenis mahoni mempunyai kekuatan tarik 60,46 MPa dengan kekuatan luluh 50,03 MPa, sedangkan kayu lokal jenis gempol 42,97 MPa dengan kekuatan luluhnya 35,56 MPa. Kekuatan bending kayu lokal jenis mahoni 87,96 MPa dan kayu gempol 66,50 MPa. Modulus elastisitas kayu mahoni 5,82 MPa dan kayu gempol 2,80 MPa. Uji akustik dengan membandingkan nilai *logarithmic decrement* (δ) terhadap redaman. Kedua kayu lokal tersebut menunjukkan redaman tinggi, sedangkan kayu import jenis spruce mempunyai redaman rendah.

Kata kunci : *kayu lokal, kadar air, densitas, sifat mekanis, akustik.*

Abstract

Tropical forest plants such as gempol, sonokeling, mahogany, trembesi and durian thrive in Indonesia. Nowadays, the wood has only been used for furniture materials and building construction materials. The limit of references of characteristics the physical and mechanical properties of the local wood, causing its utilization to not be optimal. This study aims to characterize the physical and mechanical properties of local wood as a raw material for modern musical instruments. The method used is to determine the types of local wood including gempol and mahogany. The specimens were taken in macrophotos, then tested for moisture content, density, tensile strength, and bending strength. Testing of acoustic properties was carried out on violin-type musical instrument produced by these woods. The results show that the fiber structure of mahogany is finer with a unidirectional orientation, while gempol wood shows coarser fiber with a random orientation. The moisture content of local mahogany wood is 35.39%, while the gempol is 49.98%. The density of mahogany wood is 0.643 gr/cm³ and that of gempol wood is 0.560 gr/cm³. Local mahogany wood has a tensile strength of 60.46 MPa with a yield strength of 50.03 MPa, while local gempol wood has 42.97 MPa and a yield strength of 35.56 MPa. The bending strength of local mahogany wood is 87.96 MPa and gempol wood is 66.50 MPa. The elastic modulus of mahogany is 5.82 MPa and the gempol is 2.80 MPa. The acoustic test by comparing the logarithmic decrement (δ) to damping. The two local woods show high damping, while spruce wood has low damping.

Keywords: *local wood, moisture content, density, mechanical properties, acoustics*

1. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai keanekaragaman tanaman tropis. Tidak kurang dari 4.000 jenis tanaman kayu tumbuh di Indonesia (Kartasujana dan Martawijaya., 1979). Menurut Kepmenhut No. 163/Kpts-II/2003, hanya sekitar 7% jenis kayu yang diperdagangkan, sedangkan sebanyak 93% jenis kayu dikategorikan dalam kelompok kayu rimba campuran. Kualitas kayu sangat ditentukan oleh sifat kekuatan dan keawetan kayu. Kedua variabel ini dijadikan dasar pengelompokan jenis kayu dalam perdagangan (Djarwanto dkk, 2017).

Sebaran hutan produksi kayu berada di Pulau Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan, Sulawesi hingga Papua. Berdasarkan data statistik Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2015 menunjukkan luas kawasan hutan konservasi 27,4 juta ha, hutan lindung 29,7 juta ha, luas hutan produksi terbatas 26,8 juta ha, luas hutan produksi 29,3 juta ha dan luas hutan yang bisa dikonversi 12,9 juta ha. Sebagian besar hutan produksi berada di Kalimantan. Sementara sisanya terbentang di sepanjang pulau Jawa dan Sumatera. Beberapa jenis pohon pada hutan produksi antara lain pohon jati, pinus, sengon, damar dan mahoni.

Pemanfaatan kayu sebagai hasil hutan sebagian digunakan untuk berbagai produk perabotan mebelair, pendukung konstruksi bangunan serta bahan baku industri kertas. Beberapa jenis kayu digunakan untuk bahan baku pada sebaiaian alat musik tradisional dan modern. Beberapa alat musik yang terbuat dari kayu antara lain : gendang, gitar, biola, seruling, kecapi, piano, ukulele dan rebana. Bambu dan kayu mempunyai sifat dan struktur yang unggul selain itu juga mempunyai bentuk yang unik, sehingga digunakan untuk membuat alat musik xylophone, organ dan violin (Wegst, 2008). Clarinet dan recorder juga dibuat menggunakan kayu (Fletcher, 2012). Keuntungan lain dari pemakaian material kayu dan bambu adalah mudah didapatkan, sederhana, mudah dikerjakan, mudah dibentuk dan tahan lama (Wegst, 2006). Bahan kayu yang digunakan mempunyai diameter > 30 cm dengan tingkat kelurusan kayu 80%, tidak terserang jamur, tidak terdapat cacat mata kayu. Struktur yang keras, mempunyai kepadatan yang tinggi, kekakuan dan kekuatan yang tinggi mampu menghasilkan suara yang jernih dan halus serta mudah dikerjakan (Pakpahan, 2017).

Beberapa daerah di Indonesia mempunyai tanaman kayu lokal yang dapat tumbuh subur. Kawasan hutan gunung Muria yang meliputi Kabupaten Kudus, Jepara dan Pati banyak tumbuh berbagai tanaman kayu keras. Diantaranya adalah kayu jenis gempol (*Nauclea orientalis* L) dan mahoni (*Swietenia macrophylla*) tumbuh subur di kawasan hutan tersebut. Tujuan dari penelitian adalah melakukan karakterisasi kayu lokal terhadap sifat fisis dan mekanis sebagai referensi bahan baku pembuatan alat musik modern. Gambar 1. Menunjukkan tanaman kayu lokal jenis mahoni.



Gambar 1. Kayu lokal jenis mahoni

2. METODE PENELITIAN

Bahan kayu dalam penelitian menggunakan kayu lokal jenis Gempol (*Nauclea orientalis* L) dan jenis mahoni (*Swietenia macrophylla*). Spesimen dilakukan foto makro untuk menunjukkan struktur serat kedua kayu tersebut. Pengujian sifat fisis meliputi pengujian kadar air dan densitas kayu, sedangkan pengujian sifat mekanis terdiri atas pengujian kekuatan tarik dan kekuatan bending. Selanjutnya dilakukan pengujian akustik pada produk alat musik biola untuk menentukan faktor redaman bunyi.

Pengujian kadar air dilakukan pada kayu baru dipotong (*green condition*). Spesimen untuk pengujian kadar air berukuran 20 x 20 x 20 mm, selanjutnya dilakukan penimbangan berat awal. Spesimen dilakukan proses pengeringan dengan oven pada suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 12 jam hingga beratnya konstan (Kartasudirdja dan Hidayat, 1987). Setelah mencapai berat konstan dilakukan penimbangan kembali. Kadar air (KA) dihitung persamaan 1.

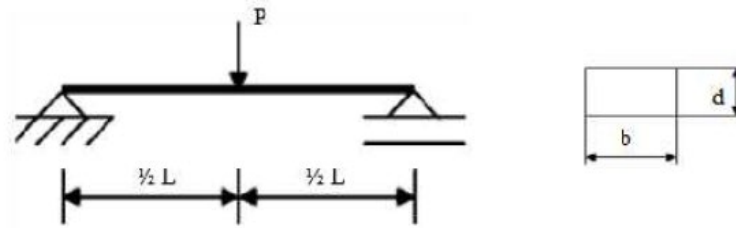
$$KA = \frac{\text{Berat basah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat kering}} \times 100\% \quad (1)$$

Pengujian densitas dilakukan pada spesimen yang sama berukuran 2 x 2 x 2 cm. Penentuan densitas kayu menggunakan Archimedes Theorema pada persamaan 2.

$$\rho_b = \frac{W_{\text{udara}}}{W_{\text{udara}} - W_{\text{air}}} \times \rho_{\text{air}} \quad (2)$$

Dimana : ρ_b adalah massa jenis aktual benda (gr/cm^3), W_{udara} adalah berat benda di udara (gr); W_{air} adalah berat benda di dalam air (gr); ρ_{air} adalah massa jenis air murni ($1\text{gr}/\text{cm}^3$).

Pengujian kekuatan bending menggunakan metode *three point bending*, dengan menggunakan 2 tumpuan dan 1 penekan. Gambar 2. menunjukkan metode *three point bending*.



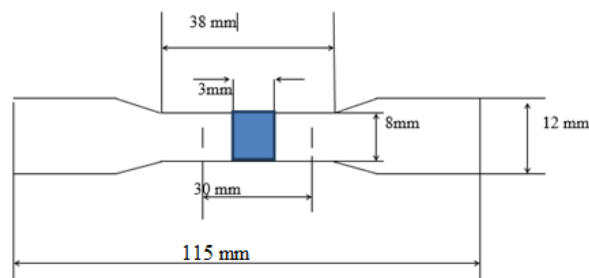
Gambar 2. Skema *three point bending* ASTM E-290

Perhitungan kekuatan bending (σ_b) dirumuskan dengan persamaan 3.

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (3)$$

Dimana ; σ_b adalah tegangan bending (N/mm²); P adalah beban atau gaya yang terjadi (N); L adalah jarak point (mm); b adalah lebar benda uji (mm); d adalah ketebalan benda uji (mm).

Spesimen uji tarik mengikuti standart DIN 50-125 ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Spesimen uji tarik ASTM 50 - 125

Besarnya nilai tegangan tarik ditentukan dengan persamaan 4.

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (4)$$

Dimana; σ adalah tegangan tarik (MPa); F adalah beban (N); A_0 adalah luas penampang mula-mula (mm²).

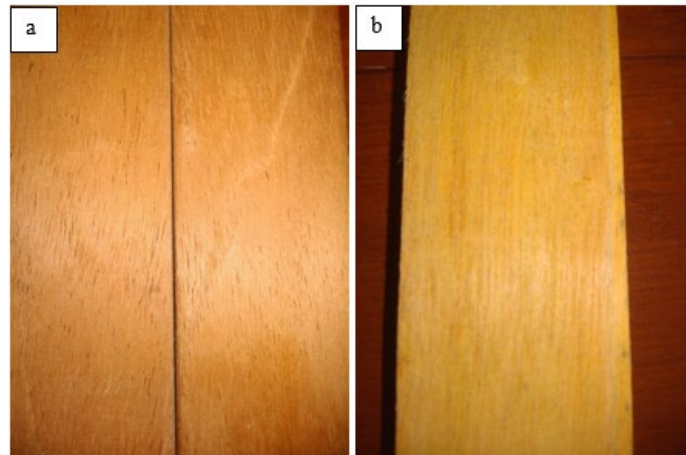
Pengujian akustik dilakukan dengan metode eksperimen ditunjukkan Gambar 4. Pengujian dilakukan dengan cara memetik senar pada biola. Bunyi yang dihasilkan dari biola akan tertangkap microphone yang telah terhubung dengan software Audacity. Eksitasi instrument biola dengan microphone berjarak 0.5 meter.



Gambar 4. Uji sound akustik pada biola

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Batang kayu mempunyai struktur kompleks yang membedakan berbagai jenis kayu. Kayu sebagai material komposit, keberadaan serat pada kayu berfungsi sebagai penguat. Gambar 5. menunjukkan fotomakro serat kayu lokal antara mahoni dan gempol.



Gambar 5. Fotomakro serat kayu (a) mahoni (b) gempol

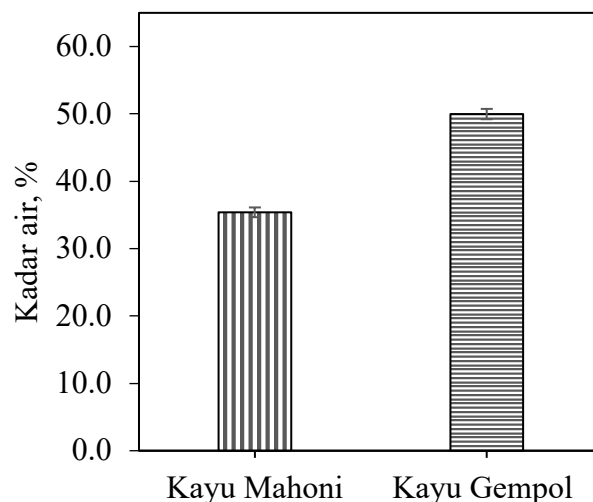
Susunan serat pada kayu mahoni lebih halus dan rapat dibandingkan dengan susunan serat pada kayu gempol kasar dan kurang rapat. Struktur serat yang halus dengan susunan yang rapat akan mempengaruhi massa jenis kayu tersebut.

Pengujian kadar air dari kayu dilakukan dengan mengambil sampel bagian tepi kayu setelah lapisan kulit kayu dibersihkan. Pengujian kadar air ini merupakan teori fundamental yang dimiliki oleh kayu jenis gempol dan mahoni. Tabel 1. Menunjukkan kadar air kayu lokal mahoni dan gempol

Tabel 1. Kadar air dan densitas kayu lokal

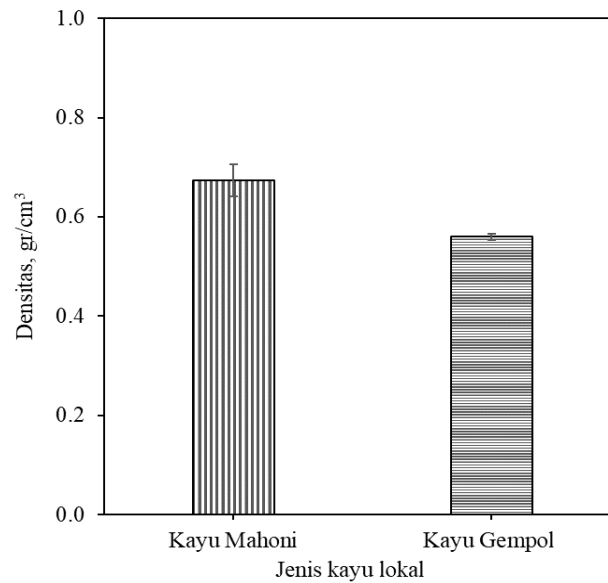
No	Jenis kayu	Kadar air (%)	Densitas (gr/cm ³)
1	Mahoni	35.39	0.643
2	Gempol	49.98	0.560

Setelah dilakukan proses pengeringan (*oven*) dengan temperatur dan waktu yang sama, menunjukkan kadar air mahoni tersisa 35,39% dan kayu gempol 49,98%. Kayu lokal jenis gempol relatif kuat dalam mengikat senyawa air pada struktur batangnya. Kadar air pada kayu gempol 29, 18% lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air pada kayu mahoni. Gambar 6. menunjukkan kadar air kayu lokal.



Gambar 6. Kadar air kayu lokal

Rendahnya kadar air pada kayu mahoni berpengaruh meningkatnya kerapatan dari kayu tersebut. Kayu mahoni menunjukkan kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu jenis gempol. Tinggi kerapatan sebuah material akan mempengaruhi sifat mekanisnya. Tingginya kerapatan pada kayu mahoni lebih disebabkan struktur serat halus dan rapat, sehingga mengurangi terbentuknya rongga-rongga atau pori-pori dan batang kayu. Kerapatan kayu mahoni lebih tinggi 13,91% terhadap kayu jenis gempol. Gambar 7. menunjukkan densitas antara kayu mahoni dengan kayu gempol.

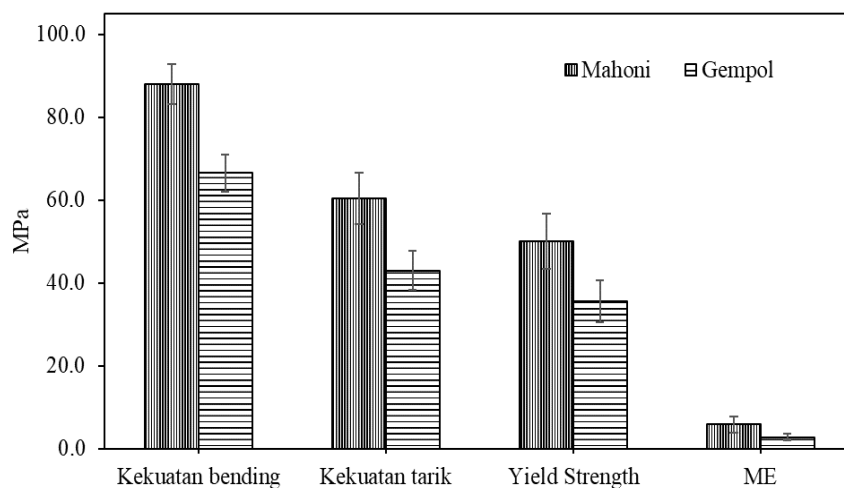


Gambar 7. Densitas kayu lokal

Pengujian terhadap sifat mekanis yang dilakukan terhadap material kayu lokal meliputi kekuatan tarik, kekuatan bending, yield strength dan modulus elastisitas/ME. Pengujian mekanis pada kayu sangat dibutuhkan untuk mendukung proses manufaktur pada pembuatan alat musik. Beberapa bagian pada alat musik mengalami pembebanan tarik dan bending terkait elastisitas material kayu. Tabel 2. menunjukkan sifat mekanis kayu lokal.

Tabel 2. Sifat mekanis kayu lokal

No	Jenis Kayu	Kekuatan bending (MPa)	Kekuatan tarik (MPa)	Yield Strength (MPa)	ME (MPa)
1	Mahoni	87.96	60.46	50.03	5.82
2	Gempol	66.50	42,98	35.56	2.80



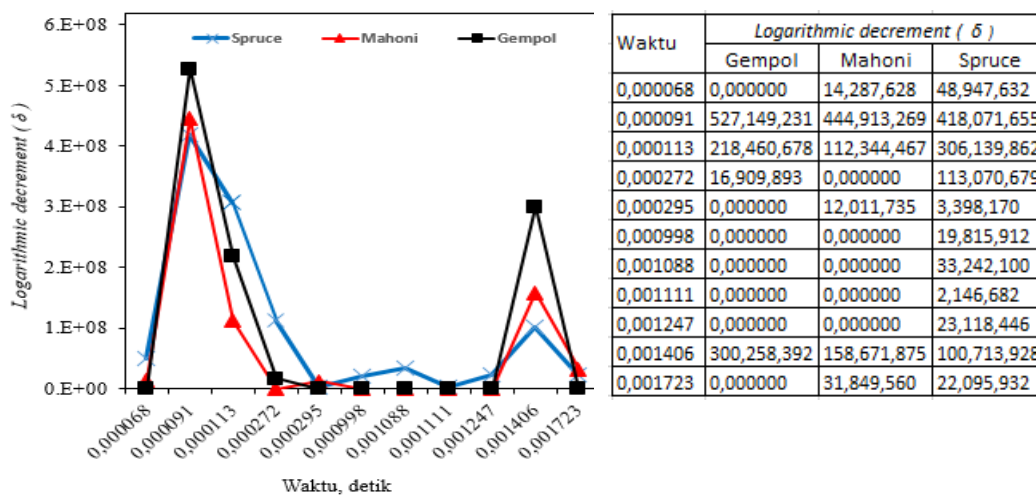
Gambar 8. Sifat mekanis kayu lokal

Gambar 8. menunjukkan sifat mekanis kayu lokal. Kekuatan tarik dan kekuatan bending pada kedua kayu lokal menunjukkan nilai linear, dimana meningkatnya kekuatan tarik juga meningkatkan kekuatan bending. Kekuatan tarik kayu mahoni menunjukkan nilai lebih besar 28,92% dibandingkan dengan kayu gempol serta setara dengan kekuatan luluh kayu tersebut. Modulus elastisitas kayu mahoni lebih tinggi dibandingkan dengan kayu gempol.



Gambar 9. Produk alat musik biola dari kayu lokal

Gambar 9. menunjukkan produk alat musik jenis biola dari olahan kayu lokal. Pengujian sound akustik untuk menentukan faktor redaman kayu lokal dibandingkan dengan kayu import jenis spruce. Gambar 10. Menunjukkan nilai *logarithmic decrement* (δ) kayu lokal lebih tinggi dibanding dengan kayu import jenis spruce. Tinggi rendahnya nilai *logarithmic decrement* (δ) dapat diartikan sebagai karakteristik redaman. Penurunan nilai *logarithmic decrement* (δ) sebagai tanda menurunnya redaman. Nilai δ yang besar menandakan redaman tinggi, sedangkan nilai δ kecil menunjukkan redaman rendah. Kedua kayu lokal jenis gempol dan mahoni mempunyai redaman tinggi dibandingkan dengan kayu import jenis spruce. Alat musik biola dengan resonator kayu lokal mempunyai redaman tinggi, yang mana bunyi yang dihasilkan akan lekas padam. Sedangkan kayu jenis spruce mempunyai redaman rendah, sehingga bunyi yang dihasilkan akan luluh dalam waktu yang lama.



Gambar 10. *Logarithmic decrement* (δ) pada kayu lokal dan kayu import jenis spruce

4. KESIMPULAN

Penelitian terhadap beberapa kayu lokal jenis mahoni dan jenis gempol dapat disimpulkan :

1. Karakterisasi sifat fisis terkait kadar air menunjukkan kayu lokal mahoni 35,39% lebih rendah dibanding kayu lokal jenis gempol 49,98%. Densitas kayu mahoni lebih tinggi 0,643 gr/cm³ sedangkan kayu gempol sebesar 0,560 gr/cm³.
2. Karakterisasi sifat mekanis menunjukkan kayu mahoni mempunyai kekuatan tarik 60,46 MPa dengan kekuatan luluh 50,03 MPa, sedangkan kayu gempol 42,97 MPa dengan kekuatan luluhnya 35,56 MPa.

Kekuatan bending kayu mahoni 87,96 MPa dan kayu gempol 66,50 MPa dengan modulus elastisitas kayu mahoni 5,82 MPa dan kayu gempol 2,80 MPa.

3. Uji akustik dengan membandingkan nilai *logarithmic decrement* (δ) terhadap faktor redaman, menunjukkan kayu lokal mempunyai *logarithmic decrement* (δ) lebih tinggi dibanding kayu import jenis spruce. Kedua kayu lokal tersebut menunjukkan redaman tinggi, sedangkan kayu import jenis spruce mempunyai redaman rendah.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Djarwanto, Ratih Damayanti, Jamal Balfas, Efrida Basri, Jasni, 2017, *Pengelompokan jenis kayu perdagangan di Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Bogor.
- Fletcher, N., 2012, *Materials and musical instruments*, Acoustic Australia, 40(2).
- Kartasudirdja, S., dan Hidayat, S., 1987, *Sifat Pengeringan Alami dan Dehumidifikasi Beberapa Jenis Kayu Indonesia*, Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Volume 4(3) pp. 41-44
- Kartasujana, I. dan A. Martawijaya., 1979, *Kayu perdagangan Indonesia sifat dan kegunaannya*. Penerbitan ulang gabungan Pengumuman No. 3 TH 1973 dan No. 56 TH 1975. Lembaga Penelitian Hasil Hutan Bogor.
- OnoSokki, *Damping materials and their performance*, http://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/damp/damp_index.htm
- Pakpahan, D.R., Sulaeman, R., dan Mardhiansyah ., M., 2017, *Kriteria pemilihan jenis kau sebagai bahan baku alat musik gitar akustik berdasarkan persepsi masyarakat di Kecamatan Sipobolan Kabupaten Tapanauli Utara, Provinsi Sumatera Utara*, JOM Faperta UR Vol 4 (2).
- Wegst, U.G.K., 2006, *Wood for sound*, American Journal of Botany, 93(10), USA.
- Wegst, U.G.K., 2008, *Bamboo and wood in musical instruments*, Annual Review of Materials Research, 38.