

## Pengaruh Jenis Perekat Alam Terhadap Karakteristik Mekanik Sambungan Kayu Balsa dan Kayu Pinus

Moch. Syamsul Ma'arif<sup>1\*</sup>, Khairul Anam<sup>1</sup>, Resza Tania Putri<sup>2</sup> dan Muhammad Fadlurahman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya – Malang

<sup>2</sup>Prodi Sarjana, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya – Malang

\*Corresponding author: syamsulm@ub.ac.id

**Abstract.** Adhesive joint is one of joining process available for wooden structure. In the recent time, the trend to use adhesive joint from natural adhesive is flourished since FAO (Food and Agriculture Organization) advocate industry to use material which comply with environment and easy to degrade, especially come from natural resources. This research also in compliance with the issue by investigate adhesive for wood from material native of Indonesia to characterize its mechanical strength.

The material of adhesive under investigation were rubber tree (*Hevea brasiliensis*) latex, jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) gum, and breadfruit tree (*Artocarpus altilis*) gum. Those natural adhesives was applied to balsa wood and pine wood to form adhesive join. After cut into spcemimen, they underwent tensile and bending test (for balsa wood) and peeling and shearing test (for pine wood).

After test, the characteristic of adhesive joint of natural adhesive were as follows: latex gum shown better performance than jackfruit gum and breadfruit gum while the last show inferior performance.

**Abstrak** Sambungan lem atau lebih dikenal dengan *adhesive joint* adalah salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menyambung atau menyatukan dua material. Dewasa ini penggunaan *bio-based adhesive* mempunyai potensi yang baik untuk menggantikan *adhesive* berbahan dasar sintesis terutama setelah FAO (*Food and Agriculture Organization*) menganjurkan kepada dunia industri untuk menggunakan bahan baku yang ramah lingkungan dan mudah terdegradasi, khususnya material alami. Untuk itu dalam penelitian ini dicoba untuk memakai *adhesive* dari bahan lokal di Indonesia untuk diuji karakteristik mekaniknya.

Bahan *adhesive* yang diteliti yaitu getah karet (*Hevea brasiliensis*), getah nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dan getah sukun (*Artocarpus altilis*) yang digunakan untuk merekatkan kayu balsa dan pinus yang kemudian dilakukan uji kekuatan berupa uji tarik dan uji bending untuk kayu balsa serta uji *peeling* dan *shearing* untuk kayu pinus.

Dari pengujian yang dilakukan maka karakteristik mekanik sambungan dengan bahan alam getah karet menunjukkan kekuatan yang paling tinggi disusul oleh getah nangka dan terakhir adalah getah nangka.

**Keywords:** Perekat alam, karakteristik mekanik, sambungan, kayu balsa, kayu pinus

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Teknik penyambungan kayu dapat dilakukan dengan menggunakan baut, paku, paku keling, serta menggunakan perekat atau *adhesive* [11]. Jika menggunakan *adhesive* maka penyambungan relatif lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan menggunakan baut, paku, dan paku keling yang didalam pengoperasiannya dibutuhkan teknik khusus. Selain itu, teknik penyambungan menggunakan perekat atau *adhesive* mudah dipraktekkan oleh semua kalangan, baik teknisi maupun masyarakat secara umum.

Perekat (*adhesive*) menurut ASTM adalah zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua buah benda berdasarkan ikatan permukaan [1]. Perekatan (*adhesion*) didefinisikan sebagai suatu keadaan atau kondisi ikatan dimana dua permukaan menjadi satu karena adanya gaya-gaya pengikat antar permukaan. Gaya-gaya ini merupakan gaya ikatan yang dikenal dalam teori molekul dapat berupa gaya valensi atau gaya ikatan ion dan gaya saling mencengkeram antara perekat dengan bahan direkat atau *interlocking forces* [2] [12].

Bahan perekat sendiri terbagi menjadi perekat berbahan alam dan sintetis [10]. Perekat berbahan sintetis memiliki keuntungan tahan lama dalam kemasan dan daya rekat yang sangat kuat. Dibalik keuntungan penggunaan *adhesive* sintetis, kelemahannya terletak pada sifat bahan penyusunnya yang berupa polimer sintetis. Polimer sintetis umumnya tidak dapat terurai di dalam tanah. Polietilena dan polipropilena dapat tersisa setelah beberapa tahun dibuang [3].

Perekat merupakan salah satu bahan utama yang sangat penting dalam industri pengolahan kayu. Dari total biaya produksi kayu yang dibuat dalam berbagai bentuk, lebih dari 32% adalah biaya perekatan [2]. Melihat kebutuhan perekat yang tinggi, material alami dapat digunakan sebagai bahan maupun penguat komposit sebagai pengganti perekat kimia. Material alami ini dapat digunakan sebagai perekat komposit sebagai pengganti perekat kimia karena bahan yang tersedia berlimpah, mudah didapatkan dan harga bahan baku yang relatif lebih rendah dibanding dengan perekat kimia.

Penggunaan material alami sebagai penguat kayu selaras dengan anjuran FAO (Food and Agriculture Organization) kepada dunia industri dengan dikeluarkannya "International Year of Natural Fibres 2009 (IYNF 2009)" oleh FAO pada tanggal 20 Desember 2006. FAO menganjurkan agar mulai tahun 2009 dunia industri sudah menggunakan bahan baku yang ramah lingkungan dan mudah terdegradasi, khususnya material alami [3].

Sumber *adhesive* alami yang berpotensi untuk dijadikan perekat adalah getah pohon nangka, getah pohon karet dan getah pohon sukun. Dimana tiga material tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Pada getah pohon karet mengandung getah berwarna putih yaitu polimer hidrokarbon yang terbentuk dari emulsi kesusuan yang dikenal sebagai lateks. Lateks dikembangkan sebagai bahan perekat berbasis lateks karet alam (LKA) yang dimana getah pohon karet memiliki daya ikat yang cukup besar [4]. Pada getah pada pohon dan buah nangka yang menghasilkan polimer yang terkandung dalam getah nangka adalah poliisoprena dan polisakarida. Dimana poliisoprena merupakan *adhesive* alami [5]. Pada batang dan daun sukun memiliki kandungan kimia antara lain saponin, polifenol, tanin, asam hidrosianat, asetilkolin, riboflavin sedangkan kulit batangnya mengandung flavonoida. Dimana tanin dan flavonoida dapat digunakan sebagai bahan perekat kayu [6,7, 8].

Pada penelitian tiga *adhesive* alami (getah pohon nangka, getah pohon karet dan getah pohon sukun) tersebut dilakukan pengujian tarik dan

bending pada kayu balsa. Untuk menghasilkan kekuatan yang baik, kayu balsa dibuat dengan teknik *sandwich composite* dengan menggunakan teknik *adhesive joint*, sehingga kayu balsa dengan tebal 12 mm mempunyai kekuatan sama dengan baja 3 mm [9].

Dalam penelitian mengenai getah pohon kudo (*Lannea coromandelica*) sebagai perekat di industri kerajinan. Sifat-sifat fisis perekat dari getah blendok atau getah pohon Kudo (*Lannea coromandelica*) yang meliputi viskositas dan pH memenuhi persyaratan SNI 06-6049-1999 perekat PVAc. Sedangkan sifat-sifat mekanisnya yang meliputi kuat rekat dan delaminasi, sebanding dengan perekat sintetis yang biasa digunakan di industri kerajinan [14]. Penelitian lain tentang pengaruh hybrid tackifiers terhadap viskositas, kekuatan peel, dan geser pada getah karet alam dan epoxy berbahan dasar getah karet alam. Penelitian tersebut menghasilkan viskositas dan kekuatan geser dari tiga bahan tersebut mengalami penurunan dengan penambahan konsentrasi gum rosin [13]. Dengan penambahan konsentrasi gum rosin menyebabkan penurunan viskositas untuk kesemua bahan akibat adanya proses plasticizing. Kekuatan geser dan *peel* menurun seiring dengan penambahan gum rosin. Pada penelitian ini dapat diurutkan dari tertinggi ialah *adhesive* SMR Grade L dengan konsentrasi 60phr, kemudian ENR 25 dan ENR 50 pada konsentrasi 40 phr getah karet.

Dengan semakin bertambahnya konsentrasi bahan-bahan kimia yang semakin tinggi pada bio *adhesive* maka akan menurunkan kekuatan rekat. Sedangkan bio based *adhesive* langsung pakai menghasilkan kekuatan yang telah memenuhi standar industri. Oleh karena itu pemanfaatan bio *adhesive* murni perlu dikembangkan lebih lanjut terutama sebagai perekat barang-barang yang mudah dibentuk seperti furniture indoor.

## Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*). Persiapan bahan dalam penelitian meliputi beberapa macam *bio-based adhesive* yang digunakan untuk menyambung kayu yang terdiri dari getah pohon karet, nangka dan sukun. Kesemua getah tersebut didapatkan dari masing-masing satu pohon untuk menjaga kesamaan karakteristik getah. Persiapan bahan kedua adalah kayu balsa dan kayu pinus yang didapatkan dari satu vendor dengan maksud agar variasi dapat diminimalisir.

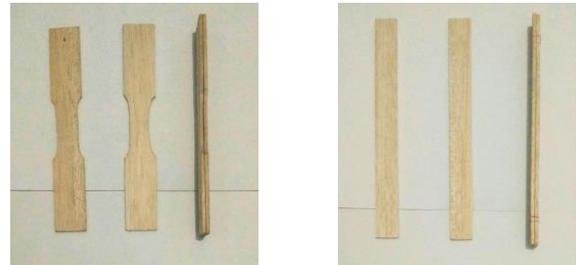
Untuk pengujian tarik, *bending*, *peeling* dan *shearing* semua spesimen dilakukan dengan

memakai *Universal Testing Machine*. Sedangkan spesimen yang dipakai untuk uji tarik dan *bending* diilustrasikan pada Gambar 3 sedangkan untuk uji *peeling* dan *shearing* diilustrasikan pada Gambar 4.

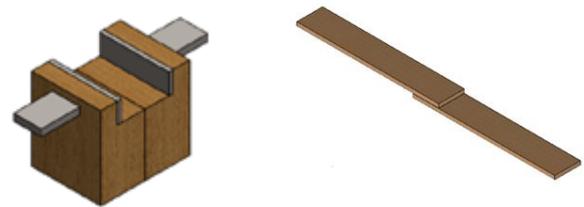
Proses pembuatan spesimen dibentuk sesuai desain yang ditentukan, kemudian dilakukan penghalusan semua permukaan spesimen yang akan disambungkan. Getah pohon diaplikasikan pada salah satu permukaan spesimen yang sudah dihaluskan setebal 1 mm. Poses terakhir dilakukan penempelan antara spesimen satu dengan spesimen yang lainnya secara laminasi.

Tabel 2 Data Hasil Pengujian *Bending* Kayu Balsa dengan Variasi *Bio-based Adhesive*

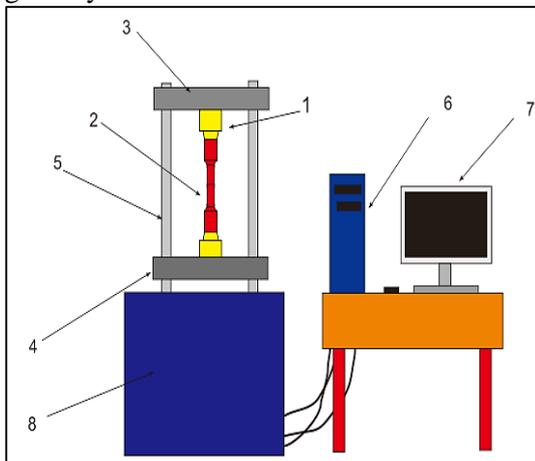
NO	Variasi <i>Bio-based Adhesive</i>	$\delta$ (mm)	F (N)	$\sigma$ (MPa)
1.	Getah pohon karet	6.353	113,2	23,58
2.	Getah pohon nangka	6.202	112,58	23,45
3.	Getah pohon sukun	6.4375	92,08	19,18



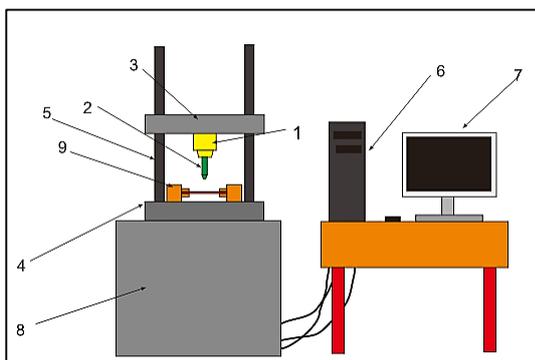
Gambar 3 Spesimen uji tarik dan *bending*



Gambar 4 Spesimen uji *peeling* dan *shearing*



Gambar 1 *Universal testing machine* (tarik, *peeling* dan *shearing*)



Gambar 2 *Universal testing machine* (*bending*)

Hasil yang didapat adalah kekuatan tarik, kekuatan bending, kekuatan peeling, kekuatan shearing, foto kegagalan pada bio-adhesive joint.

### Hasil dan Pembahasan

#### *Karakteristik mekanik sambungan bio-adhesive*

Tabel 1 dan Tabel 2 memberikan data hasil pengujian rata-rata uji tarik dan *bending* untuk sambungan kayu balsa dengan menggunakan perekat alami dari getah pohon karet, getah pohon nangka dan getah pohon sukun. Kekuatan mekanik kayu balsa yang digunakan (jenis *low density*) adalah 5,2 MPa.

Untuk uji tarik (Tabel 1) maka dapat diketahui bahwa getah pohon karet menghasilkan kekuatan

Tabel 1 Data Hasil Pengujian Tarik Kayu Balsa dengan Variasi *Bio-based Adhesive*

NO	Variasi <i>Bio-based Adhesive</i>	$\Delta l$ (mm)	F (kgf)	$\epsilon$ (%)	$\sigma$ (MPa)
1.	Getah pohon karet	11.599	241,105	7.681	28.129
2.	Getah pohon nangka	13.805	176.4	9.203	19.93
3.	Getah pohon sukun	10.197	159.23	6.798	15.963

mekanik tertinggi dalam bentuk tegangan tarik

yaitu 28,129 MPa, disusul oleh getah pohon angka sebesar 19,930 MPa dan getah pohon sukun sebesar 15,963 MPa. Dari uji *bending* maka diketahui bahwa

tegangan *bending* tertinggi juga dicapai oleh getah pohon karet dengan nilai tegangan *bending* sebesar 23,58 MPa, disusul oleh getah pohon angka sebesar 23,45 MPa dan terakhir getah pohon sukun sebesar 19,18 MPa. Dari data-data ini maka secara konsisten getah pohon karet mampu menghasilkan sambungan kayu yang paling baik ketika diuji dengan uji tarik dan uji *bending*.

Berdasarkan teori maka kekuatan sambungan adhesive dipengaruhi oleh kekuatan adhesive itu sendiri, kekuatan benda yang direkatkan dan faktor kekuatan ikatan antara benda yang direkatkan dengan adhesive. Jika dihitung modulus elastisitas (E) masing-masing sambungan berdasarkan data diatas maka didapatkan sambungan adhesive getah pohon karet mempunyai E sebesar 3,66 MPa, sedangkan untuk sambungan adhesive getah pohon angka mempunyai E sebesar 2,17 MPa dan sambungan adhesive mempunyai E sebesar 2,35 MPa. Sehingga sambungan adhesive getah pohon karet paling kaku (*rigid*) yang disusul oleh sambungan adhesive pohon sukun dan terakhir sambungan adhesive getah pohon angka.

Dari uji *bending* (Tabel 2) diketahui bahwa sambungan adhesive getah pohon karet mempunyai regangan *bending* sebesar 2,28% MPa yang merupakan nilai tertinggi kemudian diikuti oleh sambungan adhesive getah pohon angka sebesar 2,22% dan diikuti oleh sambungan adhesive getah pohon sukun sebesar 2,32%. Juga diketahui bahwa sambungan adhesive getah pohon angka mempunyai modulus elastisitas sebesar 1,05 MPa yang merupakan nilai tertinggi kemudian diikuti oleh sambungan adhesive getah pohon karet mempunyai modulus elastisitas sebesar 1,03 MPa dan diikuti oleh sambungan adhesive getah pohon sukun sebesar 0,83 MPa.

Tabel 4 Data Hasil Pengujian *Peeling* Kayu Pinus dengan Variasi *Bio-based Adhesive*

NO	Material Spesimen	$\Delta l$ (mm)	F (kgf)	A (mm <sup>2</sup> )	$\sigma_t$ (MPa)
1.	Getah Pohon Karet	3,44	34,73	2250	0,15
2.	Getah Pohon Angka	2,33	14,58	2250	0,06
3.	Getah Pohon Sukun	1,46	8,71	2250	0,04

Secara umum *flexural strength* dari material sama dengan *tensile strength* dari material. Tetapi dari penelitian didapatkan bahwa untuk sambungan adhesive getah pohon angka maka *flexural strength* lebih tinggi dari *tensile strength*. Sedangkan untuk sambungan adhesive getah pohon karet dan getah pohon angka *tensile strength*-nya lebih besar dari pada *flexural strength*. Secara teori maka homogenitas bahan akan sangat mempengaruhi karakteristik ini dimana untuk *flexural stress* hanya serat kayu yang paling ekstrim perpanjangannya yang menerima tegangan terbesar sedangkan untuk *tensile strength* semua serat kayu akan mengalami tegangan yang sama. Dari dasar teori ini maka dapat disimpulkan bahwa meskipun sambungan adhesive getah pohon sukun mempunyai *flexural strength* dan *tensile strength* yang cenderung lebih rendah dibanding sambungan adhesive getah pohon karet dan pohon angka tetapi homogenitas sambungan lebih baik dari kedua tipe tersebut. Homogenitas yang baik di sambungan adhesive getah pohon sukun akan menyebabkan tegangan tinggi yang diterima serat terluar mampu dibagi secara merata sehingga titik awal *crack* lebih sulit diinisiasi. Fenomena sebaliknya terjadi pada sambungan adhesive getah pohon karet dan angka.

Untuk kayu pinus yang diuji *shearing* dan *peeling* maka data tentang kekuatan mekanik diberikan di Tabel 3 dan Tabel 4. Tabel 3 menunjukkan karakter mekanik sambungan terhadap uji *shearing*. Sedangkan Tabel 4 menunjukkan hasil uji *peeling* terhadap sambungan adhesive kayu pinus.

Untuk uji *shearing*, sambungan adhesive getah pohon karet memiliki kekuatan tertinggi dengan nilai 0,68 MPa yang diikuti oleh sambungan adhesive getah pohon angka dengan nilai 0,32

Tabel 3 Data Hasil Pengujian *Shearing* Kayu Pinus dengan Variasi *Bio-based Adhesive*

NO	Material Spesimen	$\Delta l$ (mm)	F (kgf)	$\epsilon$ (%)	$\sigma$ (MPa)
1.	Getah Pohon Karet	1,95	27,85	9,75	0,68
2.	Getah Pohon Angka	2,06	13,35	10,03	0,32
3.	Getah Pohon Sukun	0,49	7,13	2,45	0,17

MPa dan sambungan *adhesive* getah pohon sukun dengan nilai 0,17 MPa. Sedangkan regangan yang dipunyai oleh sambungan *adhesive* getah pohon nangka memiliki regangan tertinggi dengan nilai 10,03% yang diikuti oleh sambungan *adhesive* getah pohon karet dengan nilai 9,75% MPa dan sambungan *adhesive* getah pohon sukun dengan nilai 2,45%.

Dari data diatas dapat disimpulkan sambungan *adhesive* getah pohon karet menghasilkan kekuatan mekanik tertinggi diikuti oleh sambungan *adhesive* getah pohon nangka dan sambungan *adhesive* getah pohon suku. Jika digabungkan dengan data dari regangan maka sebenarnya getah pohon sukun menghasilkan sambungan yang lebih rigid sedangkan untuk dua yang lain bisa dikatakan setara kekakuannya.

Dari pengujian *peeling* maka didapatkan tegangan tertinggi didapatkan oleh sambungan *adhesive* getah pohon karet sebesar 0,15 MPa diikuti oleh sambungan *adhesive* getah pohon nangka dengan nilai 0,06 MPa dan terakhir sambungan *adhesive* getah pohon sukun sebesar 0,05 MPa. Yang dapat diketahui dari uji *peeling* ini adalah kekuatan sambungan (gabungan dari kekuatan antar *adhesive* dan antara *adhesive* dan kayu) tertinggi disbanding dengan dua sambungan lain (getah pohon nangka dan sukun).

Gabungan dari uji *shearing* dan uji *peeling* memberikan gambaran bahwa pada sambungan *adhesive* getah pohon karet maka kekuatan total *adhesive* masih mampu memberikan perlawanan terhadap gaya luar meskipun sambungan sudah mulai terkoyak. Untuk tingkat yang lebih rendah sambungan *adhesive* getah pohon karet juga menunjukkan perilaku serupa. Untuk sambungan *adhesive* getah pohon sukun maka perilaku tersebut tidak terjadi. Dari segi kekuatan maupun kemampuan menahan beban luar setelah terkoyak sambungan *adhesive* getah pohon sukun jauh dibawah kedua perekat alami tersebut.

## Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Dari segi karakteristik kekuatan mekanik maka perekat getah karet mempunyai sifat mekanik yang jauh lebih baik dibanding dengan perekat getah nangka dan getah sukun. Ketika digunakan sebagai perekat kayu balsa dan diuji dengan uji tarik dan uji bending maka perekat getah karet memiliki kekuatan tarik 28,19 Mpa dan kekuatan bending sebesar 23,58 Mpa yang hampir menyamai perekat industri (*epoxy*) yang

mempunyai kekuatan tarik sebesar 34,39 Mpa dan kekuatan bending sebesar 31,82 Mpa.

Ketika diaplikasikan pada kayu pinus dan diuji dengan uji *peeling* dan *shearing*, getah pohon karet juga mempunyai karakteristik mekanik yang tinggi dengan nilai 0,15 MPa untuk uji *peeling* dan 0,68 MPa untuk uji *shearing* meskipun masih jauh dari karakteristik mekanik *epoxy* yang mempunyai nilai 0,25 MPa untuk uji *peeling* dan 2,84 untuk uji *shearing*.

2. Untuk karakteristik patahan sambungan kayu balsa, ketiga bahan perekat alami menunjukkan bahwa kegagalan yang terjadi melalui fenomena *adhesive fracture* dan *structural fracture*. Ini sangat berbeda dengan karakteristik patahan perekat *epoxy* yang hanya menunjukkan bahwa kegagalan terjadi hanya melalui mekanisme *structural fracture* saja.
3. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa *adhesive* dari bahan alam getah pohon karet, nangka dan sukun dapat dijadikan bahan perekat alternative.

## Referensi

- [1] Sucipto, Tito., 2009. Metode Likuidifikasi kayu, Karya Tulis Ilmiah Departemen Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara
- [2] Santoso, Adi., 2003. Sintesis dan Pencirian Resin Lignin Resorsinol Formaldehida Untuk Perekat Kayu Lamina. Disertasi Pascasarjana, Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [3] Adminbts., 2007. Peluang Industri Berbahan Baku Kenaf. Indonesia: Ditjen Perkebunan Republik
- [4] Bidang Tanaman PT Perkebunan Nusantara VII (persero). 1993. Vademicum Tanaman Tebu. PTPN VII. Bandar Lampung.
- [5] Trinihidayati. 2000. Kajian polimer dalam getah nangka (*Artocarpus heterophyllus lamk*), Yogyakarta: S2 Ilmu Kimia UGM
- [6] Amilia, L., dkk., 2002, Pemanfaatan Tanin Limbah Kayu untuk Modifikasi Resin Fenol Formaldehid, Jurnal Natur Indonesia, 5(1), 84 – 94
- [7] Sellar, T., Jr. dan George, D.M., Jr, 2004, Laboratory Manufacture of High Moisture Southern Pine Strandboard Bonded with Three Tannin Adhesive Type, Forest Product Journal, Vol. 54, No. 12, 296 – 301

- [8] Li, J. dan Maplesden, F., 1998, Commercial Production of Tannins from Radiata Pine Bark for Wood Adhesives, IPENZ Transactions, Vol. 25, No. 1, 46 - 52
- [9] Hariyanto, A.,. 2006. Studi Perlakuan Alkali dan Tebal Core Terhadap Sifat Bending dan Impak Komposit Hybrid Sandwich Serat Kenaf dan Gelas Bermatrik Polyester dengan Core Kayu Sengon Laut, Tesis. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- [10] Patrie, Edward, M. 2007. Handbook of Adhesive and Sealants. New York : McGraw – Hill
- [11] Prayitno, T.A., 1996. Perekatan Kayu. Bagian Penerbitan Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- [12] J. Shields. 1974. Adhesive bonding / J. Shields. London : The British Standards Institution and the Council of Engineering Institutions by Oxford University Press
- [13] Musa, Luqman. 2015. Pengaruh Hybrid Tackifiers terhadap Viskositas, Kekuatan Peel, dan Geser pada Getah Karet Alam Dan Epoxy Berbahan Dasar Getah Karet Alam. Jurnal Trans Tech Publications. Universitas Malaysia Perlis
- [14] Eksani, Istihanah Nurul dkk. 2017. Getah Pohon Kudo (*Lannea coromandelica* ) Sebagai Alternatif Perekat Untuk Produk Kerajinan. Jurnal Dinamika Kerajinan Batik. Balai Besar Kerajinan dan Batik, Indonesia