SKRIPSI

Karakteristik Kayu Laminasi dari Kayu Jabon Merah Menggunakan Perekat Tanin Kulit Kayu Mahoni dengan Penambahan Bahan Aditif Ekstrak *Crescentia cujete*

Disusun dan diajukan oleh

IDIAHSTUTY LESTARI

M111 16 331

PROGRAM STUDI KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi	:	Karakteristik Kayu Laminasi dari Kayu Jabon Merah Menggunakan Perekat Tanin Kulit Kayu Mahoni dengan Penambahan Bahan Aditif Ekstrak *Crescentia cujete*
Nama Mahasiswa	:	Idiahstuty Lestari
Stambuk	:	M 111 16 331

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Kehutanan
pada
Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin

Menyetujui:

Komisi Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc.	**Dr. Andi Sri Rahayu Diza Lestari A., S.Hut., M.Si**
NIP. 196508141990031 004	**NIP. 19901204201904 04 001**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kehutanan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin

Dr. Forest. Muhammad Alif K.S., S.Hut., M.Si.
NIP. 19790831200812 1 002

Tanggal Lulus : 08 April 2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Idiahstuty Lestari

Nim : M11116331

Program Studi : Kehutanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

"Karakteristik Kayu Laminasi dari Kayu Jabon Merah Menggunakan Perekat Tanin Kulit Kayu Mahoni dengan Penambahan Bahan Aditif Ekstrak Crescentia cujete

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi hasil karya orang lain, maka saya meneima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 20 April 2021

Yang Menyatakan,

Idiahstuty Lestari

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
ABSTRAK iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR LAMPIRAN x
I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan dan Kegunaan 3
II. TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Perekat 4
2.2 Tanin Mahoni 5
2.3 Buah Berenuk (*Crescentia cujete)* 6
2.4 Jabon Merah *(Anthocephalus macrophyllus)* 7
2.5 Produk Kayu Laminasi 9
III. METODE PENELITIAN 10
3.1 Waktu dan Tempat 10
3.2 Alat dan Bahan 10
3.3 Prosedur Penelitian 10
3.3.1 Penentuan Kadar Air Bahan 10
3.3.2 Ekstraksi Tanin dari Kulit Kayu Mahoni 11
3.3.3 Pembuatan Ekstrak Buah Berenuk 11
3.3.4 Pembuatan Larutan Tanin Berenuk 11
3.3.5 Pembuatan Perekat 11
3.3.6 Pembuatan dan Karakterisasi Laminasi 12
3.3.7 Pengujian Sifat Fisis Kayu 13
3.3.8 Pengujian Sifat Mekanis Kayu 14
3.3.9 Emisi Formaldehida 15

3.3.10 Analisis Data 15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 16
4.1 Sifat Fisis Kayu Laminasi 16
4.1.1 Kadar Air 16
4.1.2 Kerapatan 17
4.2 Sifat Mekanis Kayu Laminasi 18
4.2.1 Keteguhan Rekat 18
4.2.2 Rasio Delaminasi 18
4.3 Emisi Formaldehida 19
V. KESIMPULAN DAN SARAN 21
5.1 Kesimpulan 21
5.2 Saran 21
DAFTAR PUSTAKA 22
LAMPIRAN 26

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Judul** **Halaman**

Gambar 1. Buah Berenuk (*Crescentia cujete* Linn) 6

Gambar 2. Contoh Pemotongan Sampel Uji Produk Kayu Laminasi.....13

DAFTAR TABEL

Tabel **Judul** **Halaman**

Tabel 1. Sifat Fisis dan Mekanis Kayu Laminasi.....16
Tabel 2. Analisis Ragam Sifat Fisis dan Mekanis Kayu Laminasi 17
Tabel 3. Uji Lanjutan *Duncan's Multiple Range Test*.....17
Tabel 4. Emisi Formaldehida Kayu Laminasi.....20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran **Judul** **Halaman**

Lampiran 1. Kerusakan Kayu Setelah Pengujian Keteguhan Rekat Kayu Laminasi.....27

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....28

ABSTRAK

Idiahstuty Lestari (M11116331). Karakteristik Kayu Laminasi dari Kayu Jabon Merah Menggunakan Perekat Tanin Kulit Kayu Mahoni dengan Penambahan Bahan Aditif Ekstrak *Crescentia cujete*.

Pengembangan penggunaan kayu berdiameter kecil dengan dimensi yang terbatas untuk tujuan struktural saat ini dilakukan dengan membuat kayu laminasi melalui proses perekatan. Perekat yang umum digunakan saat ini berbahan dasar minyak bumi dan tidak dapat diperbarui sehingga digunakan perekat yang terbuat dari bahan alami yang diekstraksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik penggunaan ekstrak tanin dari kulit kayu mahoni (Swietenia mahagoni) dengan penambahan buah berenuk (Crescentia cujete) sebagai perekat untuk solusi produksi kayu laminasi. Formulasi perekat tanin berenuk diaplikasikan pada kayu jabon merah membentuk sebuah kayu laminasi 2 lapis berukuran 40 cm × 5 cm × 2 cm pada dimensi tebal, lebar, dan panjangnya. Pembuatan larutan tanin berenuk dibuat dengan cara membuat larutan ekstrak berenuk konsentrasi 5%,15% dan 25% dan kayu laminasi dibuat untuk masing-masing konsentrasi sebanyak tiga kali ulangan. Sifat fisik dan mekanik kayu laminasi diuji berdasarkan Japanese Agricultural Standard (JAS) 234-2007. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak buah berenuk pada perekat tanin dengan konsentrasi hingga 15% untuk produksi kayu laminasi tidak berpengaruh terhadap karakteristik kadar air, kerapatan, keteguhan rekat, emisi formaldehida, dan rasio delaminasi.

Kata Kunci: Kayu Laminasi; *Crescentia cujete*; *Anthocephalus macrophyllus*; Kulit Mahoni; Perekat Tanin

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelangkaan kayu sebagai bahan baku dapat diatasi dengan menggunakan kayu dari jenis cepat tumbuh (*fast growing species*) yang kualitasnya sudah ditingkatkan, apalagi mengingat teknologi peningkatan mutu sudah sangat berkembang (Cahyono *et al*., 2015; Lestari, 2015). Pengembangan penggunaan kayu berdiameter kecil dengan dimensi yang terbatas untuk tujuan struktural saat ini dilakukan dengan membuat kayu laminasi melalui proses perekatan. Sehingga dikembangkan bentuk struktur bukan lagi dari kayu utuh melainkan komponen laminasi yang dibuat dengan proses perekatan dan bisa dimodifikasi untuk meningkatkan sifat kekuatan dan kekakuan kayu yang tersedia (Moody *et al*., 1999).

Beberapa jenis kayu telah dimanfaatkan sebagai kayu laminasi tetapi dalam perkembangannya menjadi masuk dalam kategori semakin sulit ditemukan dan mahal (Cahyono dkk., 2017). Oleh karena itu, usaha mencari jenis-jenis kayu alternatif yang sesuai untuk bahan baku produk kayu laminasi terus dilakukan. Salah satu jenis kayu yang potensial diteliti adalah kayu jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus*. Jenis kayu tersebut termasuk kayu jenis cepat tumbuh serta memiliki waktu masa tebang atau panen relatif pendek, pengelolaan relatif mudah, persyaratan tempat tumbuh tidak rumit, dan hasil kayunya serbaguna atau multiguna (Deselina, 2014). Jabon merah memiliki berat jenis 0.48 (Lempang, 2014) yang mengakibatkan penggunaan kayu jabon merah dalam bentuk *solid* (utuh) diperkirakan hanya setara dengan penggunaan kayu-kayu kelas kuat III. Dalam rangka menambah nilai gunanya maka penggunaan kayu jabon merah dalam bentuk kayu laminasi akan lebih menjanjikan apalagi jika dikaitkan dengan kebutuhan akan kayu dan produk kayu saat ini. Selain itu, kayu jabon merah memiliki warna kuning kecoklatan dengan tampilan yang menarik, sehingga sangat sesuai jika digunakan sebagai lapisan muka (*face*) produk laminasi (Cahyono *et al.*, 2015).

Selain jenis kayu yang digunakan, komponen penting lainnya dalam pembuatan kayu laminasi adalah perekat. Perekat yang umum digunakan dalam pembuatan kayu laminasi berbahan dasar minyak bumi yang merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (Santoso *et al.,* 2014). Akibatnya, bahan baku dari tahun ke tahun menipis dengan harga yang terus meningkat (Santoso dkk., 2020). Pemanfaatan bahan baku alami yang bersifat lebih *renewable* dapat menjadi alternatif dalam pembuatan perekat. Lestari, *et al*. (2015), telah melakukan penelitian terkait perekat berbahan baku alami dengan memanfaatkan ekstrak tanin dari kulit kayu mahoni (*Swietenia mahagoni)*. Namun, perekat tanin dari kulit kayu mahoni yang dihasilkan masih memiliki kelemahan dalam hal keawetannya (Lestari dkk., 2020). Untuk mengatasi kelemahan tersebut dapat dilakukan penambahan bahan aditif. Bahan aditif digunakan sebagai upaya memodifikasi perekat alami dalam rangka meningkatkan sifat-sifat perekat yang diperlukan. Kebanyakan penambahan bahan aditif saat ini digunakan untuk mengurangi biaya perekat atau meningkatkan nilai keteguhan rekat seperti penelitian yang dilakukan oleh Zaini dkk., (2017) yang memanfaatkan kulit sapi sebagai aditif pada perekat dan mampu meningkatkan nilai keteguhan rekat balok laminasi dari kayu jabon yang memenuhi standar JAS 234-2007. Namun penambahan bahan aditif untuk menambah sifat keawetan masih jarang dilakukan.

Penambahan bahan aditif terhadap perekat yang digunakan untuk menambah sifat keawetan produk kayu laminasi diharapkan dapat dilakukan dengan menggunakan bahan ekstrak yang beracun terhadap organisme perusak kayu. Hal ini dapat mendukung pemanfaatan hasil-hasil penelitian tentang bahan ekstrak tanaman yang potensial dijadikan bahan pengawet. Salah satunya adalah buah berenuk (*Crescentia cujete)* yang memiliki beberapa kandungan kimia yang mengandung bahan aktif seperti fenol, tanin dan saponin (Abbas *et al.,* 2013). Sifat tersebut dapat dijadikan dasar untuk menggunakannya pada berbagai keperluan yang membutuhkan perlindungan terhadap serangan organisme perusak kayu (Umezawa, 2001). Namun, pentingnya peningkatan nilai keawetan dari suatu perekat tentu saja tidak dapat lepas dari pengawasan performa kekuatan perekat yang dihasilkan setelah dilakukan penambahan aditif (Lestari dkk., 2020). Penelitian ini dilakukan sebagai langkah awal pengembangan penggunaan bahan

aditif berupa ekstrak tanaman terhadap perekat yang dapat digunakan untuk produksi kayu laminasi.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan aditif berupa ekstrak buah berenuk dengan berbagai konsentrasi terhadap beberapa karakteristik produk kayu laminasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pengembangan produk kayu laminasi yang memiliki sifat kekuatan dan keawetan yang optimal.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perekat

Perekat (*adhesive*) merupakan suatu zat yang mampu menyatukan bahan dengan jenis yang sama maupun berbeda melalui ikatan permukaan antar dua bahan tersebut. Dasar dari perekatan adalah prinsip kohesi dan adhesi dari partikel suatu bahan yang saling berhubungan dan dengan adanya gaya tersebut maka menyebabkan terjadinya interaksi molekul, atom maupun ion-ion permukaan. Berdasarkan interaksi tersebut dikenal dua sistem perekatan, yaitu perekatan mekanik yang terjadi karena adanya sebagian perekat masuk ke dalam pori-pori kedua bahan kemudian kering dan mengeras, sedangkan perekatan spesifik terjadi karena adanya ikatan kimia antara bahan yang direkat dan perekatnya. Perekat disusun atas beberapa bahan diantaranya zat pengikat, pelarut, katalis, pengeras, pengisi, ekstender, pengawet, zat pembangun, akselerator, inhibitor, *retarder*, dan zat pengubah. Bahan-bahan ditambahkan sesuai dengan spesifikasi dan tujuan penggunaan perekatnya (Lestari *et al*., 2018).

Contoh penggunaan bahan tambahan atau aditif yakni seperti penelitian yang dilakukan oleh Eskani dkk., (2017) yang mengembangkan perekat dari getah yang keluar dari pohon Kudo (*Lannea coromandelica*) dengan menggunakan pelarut air (*waterbased*) sebagai alternatif perekat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat-sifat fisis perekat dari getah blendok telah sesuai dengan SNI dan sifat-sifat mekanisnya sebanding dengan performa perekat sintetis yang biasa digunakan. Penggunaan ekstender sebagai bahan tambahan juga pernah dilakukan oleh Santoso dkk., (1998) dimana penambahan ekstender tepung terigu dan gaplek dalam perekat fenol formaldehida dapat memperbaiki sifat perekat dan dapat mengurangi biaya produksi perekat.

Perekat terbagi ke dalam tiga jenis yaitu perekat tumbuhan (*plant*), perekat binatang (*animal*), perekat sintetik (*synthetic*) atau resin. Menurut Prayitno (1996) dalam Oka (2005), jenis-jenis perekat yang secara luas dipergunakan untuk perekat kayu adalah *phenol-formaldehyde* (PF), *resorcinol-formaldehyde* (RF), *melamine-formaldehyde* (MF) dan *urea-formaldehyde* (UF), yang diolah dari bahan alam

berupa gas alam, batu bara dan petroleum (minyak bumi) dengan bahan tambahan unsur-unsur alam di udara. Penggunaan perekat sintetis yang terbuat dari bahan baku yang tidak dapat diperbaharui meresahkan industri kayu laminasi ke depannya. Hal ini menyebabkan pembuatan perekat lain yang bersifat lebih alami dan dapat diperbarui mulai ditingkatkan seperti tanin (Santoso *et al.,* 2014).

Menurut Santoso dan Sutigno (1995) sudah banyak dilakukan upaya penelitian yang menggunakan tanin sebagai bahan baku perekat. Penggunaan tanin sebagai bahan baku perekat didasarkan pada komponen kimiawi yang terkandung di dalamnya yang merupakan campuran senyawa polifenol sehingga reaksinya dengan formaldehida mirip dengan reaksi pembuatan perekat sintetis seperti *phenol formaldehyde.*

2.2 Tanin Mahoni

Tanin merupakan senyawa kimia yang tergolong dalam senyawa polifenol (Vieira *et al*., 2011). Tanin mempunyai kemampuan mengendapkan protein, karena tanin mengandung sejumlah kelompok ikatan fungsional yang kuat dengan molekul protein yang selanjutnya akan menghasilkan ikatan silang yang besar dan komplek yaitu protein tanin. Tanin mempunyai berat molekul 0.5 – 3 KD. Tanin alami larut dalam air dan memberikan warna pada air, warna larutan tanin bervariasi dari warna terang sampai warna merah gelap atau coklat, karena setiap tanin memiliki warna yang khas tergantung sumbernya (Ahadi, 2003).

Tanin pada tanaman diklasifikasikan sebagai tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Tanin terhidrolisis merupakan jenis tanin yang mempunyai struktur poliester yang mudah dihidrolisis oleh asam atau enzim, dan sebagai hasil dapat dihidrolisis dengan asam, mineral panas dan enzim-enzim saluran pencernaan. Sedangkan tanin terkondensasi, yang sering disebut proantosianidin, merupakan polimer dari katekin dan epikatekin (Maldonado dan Anderson, 1994). Tanin yang tergolong tanin terkondensasi, banyak terdapat pada buah-buahan, biji-bijian dan tanaman pangan, sementara yang tergolong tanin terhidrolisis terdapat pada bahan non-pangan (Makkar, 1993).

Kandungan tanin terbanyak terdapat pada bagian kulit pohon. Penelitian mengenai kulit kayu mahoni telah dilakukan oleh Falah *et al.,* (2008). Hasil

penelitian ini menunjukkan bahwa kulit kayu mahoni mengandung senyawa katekin, epikatekin, galotanin, dan elagitanin yang dimana komponen kimia tersebut merupakan karakteristik dari jenis senyawa tanin.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Lestari *et al.*, (2018) menunjukkan bahwa tanin mahoni memiliki karakter fisik dan kimia tertentu, yaitu berwarna merah kecoklatan, bobot jenis 1.00, kadar padatan sebanyak 17.65%, bilangan Stiasny 49.58%, pH 6, derajat kristalinitas 18.68% dan suhu leleh 95.92 ℃. Hasil identifikasi senyawa kimia menunjukkan bahwa tanin mahoni memiliki gugus fungsi hidroksil, karbonil, vibrasi cincin aromatik, aldehid aromatik, asam galat, asam elagat, serta total kandungan senyawa fenolik sebesar 8.87%. Beberapa hasil identifikasi tersebut menunjukkan bahwa tanin mahoni tergolong ke dalam jenis tanin terhidrolisis.

2.3 Buah Berenuk (*Crescentia cujete)*

Gambar 1. Buah Berenuk (*Crescentia cujete* Linn)
(Sumber: https://kensnursery.com/product/black-calabash-amphitecna-latifolia)

Crescentia cujete Linn (dalam bahasa Inggris "*Calabash*", Perancis "*Calabassier*", nama lokal "*Bila*", "Berenuk") adalah tanaman yang tumbuh pada daerah tropis, dan merupakan tanaman asli negara Amerika Tengah, Kamerun, serta beberapa negara bagian Afrika. Tumbuhan ini kemudian tersebar ke berbagai daerah di dunia salah satunya Indonesia dan umum dijumpai di daerah tropis. Oleh karena itu ketersediaan berenuk di Indonesia cukup melimpah, namun

pemanfaatannya masih jarang dijumpai. Tanaman ini memiliki beberapa kandungan kimia yang penting, antara lain *flavonoid-quercetin* (Ogbuagu, 2008) tanin, fenol, saponin, antrakuinon, dan cardenolides (Ejelonu *et al*., 2011). Molekul yang dimiliki oleh senyawa saponin menyebabkan buah berenuk menjadi pahit, berbusa bila bercampur dengan air, mempunyai sifat eksudatif, mempunyai sifat inflamatori, dan mempunyai sifat haemolisis (merusak sel darah merah). Senyawa tanin juga salah satu senyawa yang rasanya pahit yang bereaksi dengan protein, asam amino dan alkaloid yang mengandung banyak gugus hidroksil dan karboksil untuk membentuk perikatan kompleks yang kuat dengan protein dan makromolekul yang lain sehingga rasanya yang sangat pahit.

Masyarakat di beberapa daerah di Daerah Istimewa Yogyakarta memanfaatkan berenuk sebagai pakan ternak (Kulon Progo), minuman fermentasi (Bantul), pestisida dan pupuk (Sleman) (Atmodjo, 2019). Berenuk dapat dijadikan sebagai bahan pestisida alami karena mempunyai bau yang menyengat dan rasa pahit sehingga mampu mengusir hama penggerek buah kakao dan mengganggu fungsi pencernaan dari serangga apabila termakan (Rismayani, 2013).

Buah dari tanaman berenuk ini berupa buni, bulat, ketika masih muda berwarna hijau, setelah tua berwarna coklat. Dibutuhkan sekitar enam sampai tujuh bulan untuk mematangkan dan akhirnya jatuh ke tanah. Buah ini merupakan buah musiman yang berkembang setelah penyerbukan oleh kelelawar (*Pteropodidae spp*.). Buah muncul pada akhir musim kemarau dengan diameter buah sebesar 12 – 14 cm (Gilman dan Watson, 1993).

2.4 Jabon Merah *(Anthocephalus macrophyllus)*

Jabon merah atau yang lebih dikenal dengan nama lokal *samama* (Maluku), *karumama* (Sulawesi Utara) dan termasuk dalam famili Rubiaceae. Halawane dkk., (2011) menyatakan jabon merah merupakan salah satu jenis tanaman yang cepat tumbuh (*fast growing species*). Tinggi pohon jabon merah bisa mencapai 40 m dengan batang bundar dan tegak lurus mencapai 70% – 80% dengan lingkar batang mencapai lebih dari 150 cm (diameter lebih dari 50 cm). Jabon merah merupakan tanaman pioner yang toleran cahaya, dapat hidup di dataran rendah sampai

ketinggian 50 – 1000 mdpl. Di Hungoyono, Kabupaten Bone Bolango, Gorontalo, jabon merah ditemukan tumbuh dengan subur diatas bukit karst dekat sumber air panas tempat peneluran burung maleo (*Macrocephalon maleo*).

Menurut Mansur dan Danu (2010) karakteristik jabon merah berbeda dengan jabon putih karena pada jabon merah bagian pucuk daun berwarna merah, permukaan daun berbulu, dan batang pohon dewasa berwarna lebih gelap.

Jabon merah memiliki ciri tersendiri yaitu mampu menggugurkan ranting dan daun bagian bawah atau *pruning* secara alami sehingga dapat tumbuh lurus meninggi tanpa cabang. Keunggulan jabon merah adalah tekstur kayunya yang halus dan arah serat kayunya yang lurus. Kayu jabon merah termasuk dalam kayu kelas kuat III-IV dan tergolong kayu kelas awet IV serta termasuk kelas sedang dalam hal menyerap bahan pengawet (Halawane dkk., 2011). Kayu jabon merah berkadar holoselulosa 67.70%, kadar selulosa 52.47% yang tergolong tinggi (> 45%), berkadar lignin 26.81%, kadar pentosan kayu 15.23%, kadar ekstraktif 6.12% yang tergolong tinggi (> 3%) (Lempang, 2014).

Kebanyakan pemanfaatan kayu jabon merah digunakan sebagai bahan bangunan non-konstruksi, mebel atau *furniture*, bahan *plywood*, papan, peti, korek api dan sebagainya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Cahyono *et al.*, (2015) kayu jabon merah dapat dibuat finir berkualitas baik dari kayu segar tanpa proses pendahuluan dan dapat ditingkatkan kemanfaatannya menjadi produk yang memanfaatkan teknik laminasi. Jabon merah juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku *pulp* serat pendek dengan kualitas sedang. Pemanfaatan non kayu lainnya seperti kulit batangnya sudah dimanfaatkan sebagai obat pencahar oleh masyarakat Desa Lemolemo Halmahera Selatan dan sebagai pengawet jaring ikan oleh masyarakat Desa Tulehu Kabupaten Maluku (Ohorella dan Djumat, 2009).

Untuk mengantisipasi permintaan di masa depan dan menjadikan kayu jabon merah sebagai salah satu unggulan, Dinas Kehutanan Provinsi Maluku Utara telah menanam jabon merah melalui program HTR APBD 2008 dan APBD 2009 seluas ± 1200 Hektar di Kabupaten Halmahera Selatan dan Kabupaten Halmahera Utara (Dinas Kehutanan Maluku Utara, 2011).

2.5 Produk Kayu Laminasi

Kayu laminasi adalah susunan beberapa lapis kayu direkatkan satu sama lain secara sempurna menjadi satu kesatuan tanpa terjadi diskontinuitas perpindahan tempat (Sulistyawati dkk., 2008). Pembuatan kayu laminasi memerlukan peralatan khusus, perekat, fasilitas pabrik dan keahlian dalam pembuatannya dibandingkan bila memproduksi kayu gergajian. Semua tahap dalam proses pembuatan memerlukan perhatian untuk menjamin produk akhir yang berkualitas tinggi (Moody *et al.*, 1999).

Karakteristik struktur kayu laminasi dipengaruhi oleh lamina-lamina penyusunnya, dimana lamina-lamina dapat diatur sedemikian rupa sehingga bisa meningkatkan sifat-sifat kekuatan kayu yang digunakan. Pada prinsipnya, berbagai jenis kayu dapat digunakan sebagai kayu laminasi selama digunakan perekat yang sesuai karena perekat sebagai material yang ada pada kayu laminasi memungkinkan terjadinya perubahan sifat seperti kekuatannya (Sulistyawati dkk., 2008).

Kayu laminasi memiliki beberapa keunggulan dibanding kayu solid atau kayu gergajian, diantaranya mampu mereduksi cacat-cacat kayu, efisiensi pemanfaatan bahan baku kayu, memiliki nilai estetika tertentu dan mudah dalam perawatan karena dapat diawetkan dahulu atau diberi bahan *fire retardant* (Sucipto dan Ruhendi, 2012).

Menurut Manik (1997) dalam Jihannanda (2013), ada banyak faktor yang mempengaruhi kualitas kayu laminasi, antara lain adalah bahan baku, persyaratan bahan baku adalah memiliki kerapatan serat dan berat jenis berdekatan. Selain itu juga perekat yang digunakan harus sesuai dengan tujuan penggunaan kayu laminasi. Hal lain yang harus diperhatikan adalah bentuk sambungan, proses perekatan dan pengempaan. Hal ini akan mempengaruhi kualitas kayu laminasi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – September 2020, bertempat di Laboratorium Terpadu, Laboratorium Pemanfaatan dan Pengolahan Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin serta Balai Besar Industri Hasil Perkebunan, Makassar.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain parang, gergaji, cawan petri, timbangan digital, gegep, oven, jerigen 20 L, desikator, tabung reaksi, gelas ukur, toples selai, kuas, penangas, pipet ukur, kamera, sendok, *Universal Testing Machine (UTM),* alat kempa, klem besi, mesin amplas, pH meter, *paint scraper*, *table saw*, spektrometer *Fourier Transform-Infra Red* dan *spray dryer***.** Adapun bahan yang digunakan antara lain kayu jabon merah berusia ±8 tahun dan ekstrak buah berenuk belum matang yang diperoleh dari Desa Sorowako, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan, kulit kayu mahoni berusia ±15 tahun yang diperoleh dari Kota Sukabumi, Provinsi Jawa Barat, *aquades*, resorsinol 50%, formaldehida 37%, NaOH 40%, *tissue*, kain blacu, plastik *clip*, kertas label, kertas pH dan *aluminium foil*.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Penentuan Kadar Air Bahan

Penentuan kadar air bahan dilakukan dengan memasukkan cawan sebanyak tiga buah ke dalam oven pada suhu 60 ℃ selama dua jam. Lalu cawan dikeluarkan dari dalam oven dengan gegep dan cawan dimasukkan ke dalam desikator selama lima belas menit. Kemudian, cawan berisi kulit kayu mahoni ditimbang. Setelah itu, cawan berisi kulit kayu mahoni dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 103 ℃ ± 2 ℃ selama 24 jam lalu dikeluarkan dari dalam oven dan dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit. Kemudian, cawan dan kulit kayu ditimbang

menggunakan timbangan digital. Setelah itu, metode pengeringan dan penimbangan diulang sampai didapatkan bobot yang konstan.

3.3.2 Ekstraksi Tanin dari Kulit Kayu Mahoni

Pembuatan ekstrak tanin dilakukan dengan memotong kulit mahoni menjadi ukuran kecil-kecil *(chip)* lalu kulit kayu mahoni ditimbang sebanyak 200 g dengan timbangan digital setara berat kering tanur. Kemudian 14 gelas beker ukuran 1000 ml disiapkan dan setiap 200 g dimasukkan kulit mahoni ke masing-masing gelas beker. Setelah itu, *aquades* 800 ml dimasukkan ke dalam masing-masing gelas beker lalu dimasukkan ke dalam penangas selama tiga jam dengan suhu 70 ℃. Kemudian gelas beker dikeluarkan dari penangas dan ekstrak kulit mahoni disaring menggunakan kain blacu dan kulit mahoni dipisahkan dengan airnya lalu hasil ekstrak tanin cair dimasukkan ke dalam jerigen 20 L dan ekstrak tanin cair dibuat menjadi bubuk menggunakan *spray dryer* di Balai Besar Industri Hasil Perkebunan, Makassar.

3.3.3 Pembuatan Ekstrak Buah Berenuk

Proses ekstraksi buah berenuk dilakukan dengan cara buah berenuk dibelah menggunakan gergaji lalu isinya diambil menggunakan sendok. Setelah itu, isi buah berenuk diperas menggunakan kain blacu dan air hasil perasan buah berenuk disimpan ke dalam botol plastik yang ditutup rapat.

3.3.4 Pembuatan Larutan Tanin Berenuk

Pembuatan larutan tanin berenuk dibuat dengan cara membuat larutan ekstrak buah berenuk konsentrasi 5%, 15% dan 25% dengan penambahan *aquades* dan serbuk tanin dicampur dengan ekstrak buah berenuk pada masing-masing konsentrasi dengan perbandingan 1:3 (b/b). Penentuan konsentrasi larutan ekstrak tersebut didasarkan pada hasil penelitian pendahuluan dari konsentrasi

3.3.5 Pembuatan Perekat

Pembuatan perekat dengan cara mencampur larutan tanin berenuk dengan resorsinol dengan komposisi perbandingan 1:0.03 (b/b) dan diaduk hingga homogen. Larutan tanin tanpa berenuk yang ditambahkan resorsinol dibuat sebagai

pembanding. Kemudian NaOH ditambahkan hingga mencapai pH 10 – 11. Setelah itu, formaldehida ditambahkan dengan konsentrasi 37% dan diaduk hingga homogen.

3.3.6 Pembuatan dan Karakterisasi Laminasi

Pembuatan Kayu Laminasi

Formulasi perekat tanin berenuk diaplikasikan pada kayu jabon merah membentuk sebuah kayu laminasi 2 lapis berukuran 40 cm × 5 cm × 2 cm pada dimensi tebal, lebar, dan panjangnya. Lalu, kayu laminasi dibuat untuk masing-masing konsentrasi sebanyak tiga kali ulangan.

Pembuatan Lamina

Pembuatan papan kayu lamina berukuran 200 cm × 25 cm × 4 cm. Lalu papan kayu jabon merah digergaji menjadi lembaran-lembaran lamina dengan masing-masing tebal, lebar dan panjang berukuran 40 cm × 5 cm × 1 cm. Kemudian, lamina-lamina tersebut dikeringkan selama ± 7 hari sampai mencapai kadar air ± 12%.

Perekatan

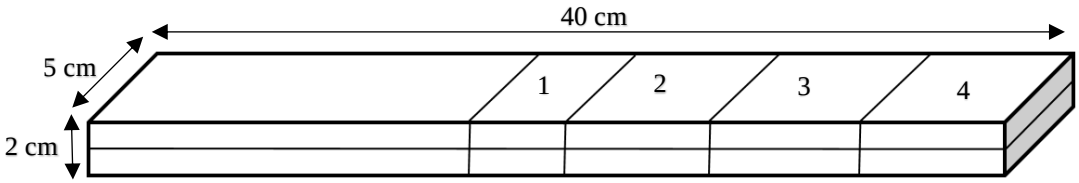
Berat labur yang digunakan yaitu 280 g/m² dengan metode pelaburan perekat pada dua permukaan (*double spread*) dan menyusun lamina sejajar arah serat.

Pengempaan

Pengempaan dengan menggunakan metode kempa dingin (*cold press*) dengan tekanan 50 kg/cm² untuk 3 papan laminasi dalam sekali kempa selama 4 jam lalu dingklem selama 20 jam. Setelah itu, mengkondisikan produk kayu laminasi dikondisikan selama ± 14 hari sebelum dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis dengan suhu ruangan (25 ℃ – 32 ℃).

Pembuatan Contoh Uji

Pengujian sifat fisis dan mekanis mengacu pada JAS (*Japan Agricultural Standard*) untuk *glued laminated timber* yakni JAS 234-2007 yang dimodifikasi. Model pemotongan sampel uji produk kayu laminasi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Pemotongan Sampel Uji Produk Kayu Laminasi

Keterangan :

1. Contoh uji emisi formaldehida berukuran 5 cm × 2.5 cm × 2 cm
2. Contoh uji delaminasi (perendaman air dingin) berukuran 5 cm × 5 cm × 2 cm
3. Contoh uji keteguhan rekat berukuran 5 cm × 5 cm × 2 cm
4. Contoh uji kadar air dan kerapatan berukuran 5 cm × 5 cm × 2 cm

3.3.7 Pengujian Sifat Fisis Kayu

Kadar Air

Penimbangan contoh uji dilakukan dalam keadaan kering udara, kemudian contoh uji dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 103 ℃ ± 2 ℃ selama 24 jam lalu contoh uji didinginkan dalam desikator dan selanjutnya contoh uji ditimbang. Metode pengeringan diulang sampai penimbangan sampai didapatkan bobot yang konstan. Lalu, kadar air produk kayu laminasi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\textbf{Kadar Air (\%)} = \frac{\textbf{BKU-BKT}}{\textbf{BKT}} \times \textbf{100}$$

Keterangan: BKU = Bobot kering udara (g)
BKT = Bobot kering tanur (g)

Kerapatan

Volume aktual dari contoh uji dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\mathbf{V = p \times l \times t}$$

Keterangan: V = volume contoh uji (cm^3)
p = panjang contoh uji (cm)
l = lebar contoh uji (cm)
t = tebal contoh uji (cm)

Kemudian contoh uji ditimbang dalam keadaan kering udara, setelah itu dilakukan penghitungan kerapatan dengan menggunakan rumus:

$$\textbf{Kerapatan } (g/cm^3) = \frac{\textbf{Berat (g)}}{\textbf{Volume } (cm^3)}$$

3.3.8 Pengujian Sifat Mekanis Kayu

Delaminasi

Pengujian delaminasi dilakukan dengan merendam contoh uji dalam air pada suhu ruangan selama 6 jam. Lalu, contoh uji dimasukkan ke dalam oven pada suhu 40 ℃ ± 3 ℃ selama 18 jam. Kemudian rasio delaminasi dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\textbf{Rasio delaminasi } (\%) = \frac{\textbf{Jumlah Panjang Delaminasi}}{\textbf{Jumlah Panjang Garis Rekat}} \times \mathbf{100}$$

Keteguhan Rekat

Pengujian keteguhan rekat dengan cara menakik kedua pinggiran contoh uji masing-masing 0.5 cm. Kemudian contoh uji ditekan pada bidang vertikal dan diberikan beban hingga contoh uji mengalami kerusakan. Lalu, nilai keteguhan geser dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\textbf{Keteguhan rekat (kgf/cm}^2\textbf{)} = \frac{\textbf{P}}{\textbf{A}}$$

Keterangan:

P = Beban maksimum (kgf)

A = Luas permukaan contoh uji (cm^2)

3.3.9 Emisi Formaldehida

Pengujian emisi formaldehida dengan menggantungkan sebanyak tiga ulangan sampel uji berukuran 5 cm × 2.5 cm × 2 cm ke dalam botol berisi *aquades* sebanyak 25 ml, dan sampel tidak menyentuh *aquades*. Lalu, botol yang telah berisi sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 40 ± 2 °C selama 24 jam. Setelah itu konsentrasi formaldehida dalam larutan sampel ditentukan menggunakan spektrofotometer pada λ = 412 nm dengan reaktan asetil amonium asetat.

3.3.10 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor perlakuan konsentrasi ekstrak buah berenuk yang terdiri atas tiga taraf perlakuan yaitu 5%, 15% dan 25%. Uji *Duncan's multiple range* apabila menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Pengolahan data ini menggunakan *software* SPSS dan *Microsoft Office Excel* 2013 dan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\boldsymbol{Yij = \mu i + \varepsilon ij}$$

Keterangan:

Yij : nilai respon dari unit percobaan terhadap jenis perlakuan perekat

μi : nilai tengah populasi sebenarnya

Ɛ ij : galat percobaan dari perlakuan ke-i dan pengamatan ke-j

i : jumlah perlakuan

j : jenis perekat

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sifat Fisis Kayu Laminasi

4.1.1 Kadar Air

Kadar air merupakan hal yang penting dalam pembuatan kayu laminasi, sebab kadar air yang tinggi akan menghambat penetrasi perekat ke dalam kayu (Sucipto dan Ruhendi, 2012). Hasil pengukuran kadar air untuk setiap jenis konsentrasi pada kayu laminasi disajikan pada Tabel 1. Kadar air rata-rata adalah 11.30% – 11.74%. Nilai tersebut memenuhi standar JAS 234-2007, yaitu di bawah 15%. Kadar air kayu laminasi yang diperoleh dari seluruh perlakuan berbeda tidak signifikan menurut uji analisis keragaman seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa penambahan buah berenuk pada perekat TRF tidak mempengaruhi kadar air kayu laminasi yang dihasilkan. Kadar air sebesar ini merupakan kadar air kesetimbangan (KAK) (Sucipto dan Ruhendi, 2012) dan memenuhi persyaratan kayu yang akan direkatkan serta baik untuk ikatan perekat.

Tabel 1. Sifat fisis dan mekanis kayu laminasi

Jenis Kayu	**Konsentrasi Perekat TBRF**	**Fisis**		**Mekanis**
		Kerapatan (g/cm^3)	**Kadar Air (%)**	**Keteguhan Rekat (kg/cm^2)**
Jabon Merah	0%	0.43 (0.04)	11.38 (0.25)	48.73 (13.85)
	5%	0.39 (0.03)	11.74 (0.83)	32.98 (6.48)
	15%	0.43 (0.04)	11.30 (0.24)	30.19 (15.85)
	25%	0.42 (0.01)	11.34 (0.28)	29.07 (14.88)

Catatan: Angka yang berada di dalam tanda kurung merupakan nilai standar deviasi.

4.1.2 Kerapatan

Kerapatan kayu berhubungan langsung dengan kekuatannya (Ruhendi dkk., 2007). Hasil pengukuran kerapatan kayu laminasi dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kayu laminasi dengan konsentrasi TBRF 0% dan TBRF 15% memiliki nilai rata-rata kerapatan tertinggi, diikuti oleh TBRF 25% dan TBRF 5%. Setelah dilakukan pengujian analisis ragam pada Tabel 2, kerapatan pada masing-masing konsentrasi perekat pada kayu laminasi tidak ada perbedaan signifikan sehingga uji lanjut tidak diperlukan. Kerapatan masing-masing kayu laminasi yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan kerapatan solidnya yakni 0.42 g/cm³ (Cahyono dkk., 2012). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Jessica (2018), penggunaan perekat TRF tidak berpengaruh signifikan terhadap kerapatan karena kedua garis rekat pada kayu laminasi sangat tipis dan tidak menyebabkan adanya peningkatan berat kayu laminasi seperti halnya yang terjadi dengan penelitian ini dimana lapisan perekat TBRF pada garis rekat juga tidak mempengaruhi kerapatan kayu laminasi.

Tabel 2. Analisis ragam sifat fisis dan mekanis kayu laminasi

Parameter	**Konsentrasi Perekat TBRF**
Kerapatan	TS
Kadar Air	TS
Rasio Delaminasi	S
Keteguhan Rekat	TS

Catatan: S = Berbeda signifikan (p-*value* ≤ 0.05)

TS = Tidak berbeda signifikan

Tabel 3. Uji lanjutan *Duncan's multiple range test*

Konsentrasi Perekat TBRF	**Rasio Delaminasi**
0%	0 a
5%	0 a
15%	38.31 ab
25%	63.43 b

Catatan: Huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda secara signifikan

4.2 Sifat Mekanis Kayu Laminasi

4.2.1 Keteguhan Rekat

Keteguhan rekat merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan kualitas dari suatu perekatan. Pengujian keteguhan rekat dilakukan untuk melihat kinerja perekat dalam pembuatan papan laminasi (Susanto, 2013). Keteguhan rekat diketahui dengan melakukan uji geser pada kayu laminasi yang direkat dan dilakukan dalam kondisi kering. Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai keteguhan rekat produk laminasi dari jenis perekat TBRF 0%, 5%, 15% dan 25% yang dihasilkan berada pada kisaran 29.07 kg/cm² – 48.72 kg/cm². Bila dilihat dari hasil analisis keragaman (Tabel 2) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara semua konsentrasi. Hal ini menandakan penambahan ekstrak buah berenuk dengan variasi konsentrasi 5%, 15%, dan 25% tidak mempengaruhi nilai keteguhan rekat pada perekat tanin mahoni. Berdasarkan JAS 234-2007 nilai keteguhan rekat dari semua konsentrasi belum memenuhi standar (lebih dari 54 kg/cm²).

Salah satu faktor berperan dalam menentukan kualitas produk perekatan adalah ekstraktif kayu. Kadar ekstraktif yang tinggi di dalam kayu terutama dari kelompok non karbohidrat (minyak, lemak, resin, garam) dapat mengganggu proses perekatan kayu. Ekstraktif mempunyai pengaruh yang besar dalam perekatan kayu, yaitu mempengaruhi pH, kontaminasi dan penetrasi. Kadar ekstraktif dari jabon merah yaitu lemak, resin, dan minyak sebesar 6,12 % yang tergolong tinggi karena lebih dari 3% (Lempang, 2014). Hal ini memberikan gambaran bahwa pemanfaatan kayu jabon merah menjadi produk kayu laminasi dengan memanfaatkan perekat berbasis tanin memerlukan perlakuan tambahan untuk mengurangi kandungan ekstraktif yang dapat menghambat perekatan dan penetrasi perekat.

4.2.2 Rasio Delaminasi

Menurut Vick (1999) uji delaminasi merupakan indikator ketahanan perekat terhadap adanya tekanan pengembangan dan penyusutan akibat adanya kelembaban dan panas yang tinggi. Hasil uji delaminasi pada air dingin untuk setiap konsentrasi perekat TBRF yaitu 0% sebesar 0%, 5% sebesar 0%, 15% sebesar 38.31% dan 25% sebesar 63.43%.

Hasil uji analisis ragam sifat fisis dan mekanis kayu laminasi pada Tabel 2 juga menunjukkan adanya perbedaan yang nyata untuk nilai rata-rata delaminasi pada setiap konsentrasi. Uji lanjut *Duncan's multiple range* pada Tabel 3 menunjukkan bahwa konsentrasi perekat TBRF 0%, 5%, dan 15% berbeda secara signifikan dengan konsentrasi 25%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Santoso dkk., (1998) yang mengemukakan bahwa penambahan bahan aditif pada kisaran 15% – 20% dalam campuran tidak berpengaruh negatif terhadap kualitas perekat.

Berdasarkan standar JAS 234-2007 nilai delaminasi dingin yang disyaratkan adalah 10% sehingga uji delaminasi dingin yang memenuhi syarat hanya pada konsentrasi 0% dan 5% sementara konsentrasi perekat 15% dan 25% tidak memenuhi standar. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa kayu laminasi dengan konsentrasi perekat TBRF 0% dan 5% dapat digunakan untuk pemakaian interior, sedangkan pada konsentrasi perekat TBRF 15% dan 25% belum mampu bertahan pada semua kondisi penggunaan.

4.3 Emisi Formaldehida

Nilai emisi formaldehida adalah nilai yang menunjukkan sejumlah gas yang dikeluarkan dari produk yang menggunakan bahan perekat formaldehida. Emisi ini terjadi karena formaldehida tidak dapat bereaksi sempurna sehingga dilepas ke lingkungan. Kadar formaldehida di udara lebih dari 0.1 ppm akan mempengaruhi kesehatan manusia, seperti mata berair, sensasi terbakar pada mata, hidung, tenggorokan, menyebabkan batuk, bersin, mual, dan iritasi kulit (American Cancer Society, 2014). Tabel 4 menunjukkan bahwa seluruh konsentrasi perekat TBRF pada kayu laminasi dari jabon merah terklasifikasi sebagai produk dengan *grade* F****, yaitu produk yang memiliki kadar emisi terendah dan terbaik berdasarkan standar JAS 234-2007. Pada penelitian Lestari *et al.*, (2015), nilai emisi formaldehida pada kayu laminasi yang menggunakan perekat tanin mahoni, resorsinol dan formaldehida termasuk dalam klasifikasi F****, maka dari itu dapat disimpulkan bahwa penambahan buah berenuk dalam ramuan perekat TRF tidak mempengaruhi emisi formaldehida kayu laminasi.

Tabel 4. Emisi formaldehida kayu laminasi

Jenis Kayu	Konsentrasi Perekat TBRF	Emisi (mg/L)	Klasifikasi*
Jabon Merah	0%	0.12	F****
	5%	0.12	F****
	15%	0.08	F****
	25%	0.14	F****

Keterangan: *Kategori berdasarkan JAS 234 (JAS 2007)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan ekstrak buah berenuk sebagai bahan aditif terhadap perekat tanin dengan konsentrasi hingga 15% untuk produksi kayu laminasi dari kayu jabon merah tidak berpengaruh terhadap karakteristik kadar air, kerapatan, keteguhan rekat, emisi formaldehida, dan rasio delaminasi. Meskipun demikian, hasil pengujian berdasarkan standar JAS 234-2007, produk kayu laminasi yang memenuhi standar uji delaminasi dingin untuk pemakaian interior hanya dapat dijumpai pada penggunaan bahan aditif sebanyak 5%. Penggunaan jenis perekat ini juga memiliki nilai emisi formaldehida terklasifikasi sebagai produk *grade* F****, yaitu produk yang memiliki kadar emisi terendah dan terbaik sehingga aman untuk kesehatan manusia dan ramah untuk lingkungan.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan:

1. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan terkait interaksi sifat kimia dari perekat tanin dengan penambahan ekstrak buah berenuk serta sifat perekatannya terhadap kayu yang digunakan.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan mengenai perlakuan awal atau perlakuan lainnya yang harus dilakukan terhadap kayu jabon merah hingga dapat meningkatkan daya rekat dari jenis perekat yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abbas, M., Shahid, M., Iqbal, M., Anjum, F., Sharif, S., & Pirzada, T. 2013. Antitermitic Activity and Phytochemical Analysis of Fifteen Medicinal Plant Seeds. *Journal of Medicinal Plants Research*, *7*(22): 1608–1617. https://doi.org/10.5897/JMPR12.683

Ahadi, R. M. 2003. Kandungan Tanin Terkondensasi dan Laju Dekomposisi pada Serasah Daun *Rhizopora mucronata* Lamk pada Ekosistem Tambak Tumpangsari di Blanakan, Purwakarta, Jawa Barat. IPB University.

American Cancer Society. 2014. Formaldehyde. Retrieved November 6, 2020, from https://www.cancer.org/cancer/cancer-causes/formaldehyde.html

Cahyono, T. D., Ohorella, S., & Febrianto, F. 2012. Sifat Fisis dan Mekanis Kayu Samama (*Antocephalus macrophylus* Roxb) dari Kepulauan Maluku. *J. Ilmu Dan Teknologi Kayu Tropis*, *10*: 28–39.

Cahyono, T., Wahyudi, I., Priadi, T., Febrianto, F., Darmawan, W., Bahtiar, E., Ohorella, S. 2015. The Quality of 8 and 10 Years Old Samama Wood (*Anthocephalus macrophyllus*). *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, *12*(1): 22–28. https://doi.org/10.1007/s13196-015-0140-8.

Cahyono, T. D., Febrianto, F., & Ohorella, S. 2017. Kualitas Glulam Samama dengan Kombinasi Kayu Mangium dan Mahoni. *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis*. *15*(1).

Deselina. 2014. Karakter Fisiologis dan Kualitas Semai Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) terhadap pemberian Naungan dan Komposisi Media Semai. *Jurnal Agriculture*. 9(3): 1015-1023

Dinas Kehutanan Maluku Utara. *Hutan Tanaman Industri Kayu Samama di Maluku Utara*. 2011.

Ejelonu, B., Lasisi, A., Olaremu, A., & Ejelonu, O. 2011. The Chemical Constituents of Calabash (*Crescentia cujete*). *African Journal of Biotechnology*, *10*(84): 19631–19636. https://doi.org/10.5897/AJB11.1518

Eskani, I. N., Perdana, A., Eskak, E., & Sumarto, H. 2017. Getah Pohon Kudo (*Lannea coromandelica*) Sebagai Alternatif Perekat untuk Produk Kerajinan. *Dinamika Kerajinan Dan Batik*. *34*(1): 19.

https://doi.org/10.22322/dkb.v34i1.2265

Falah, S., Suzuki, T., & Katayama, T. 2008. Chemical Constituents from *Swietenia macrophylla* Bark and their Antioxidant Activity. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, *11*(16): 2007–2012. https://doi.org/10.3923/pjbs.2008.2007.2012

Gilman, E. F., & Watson, D. G. 1993. *Crescentia cujete*. 1–3.

Halawane, J. E., Hanif, N., & Kinho, J. 2011. *Prospek Pengembangan Jabon Merah Anthocephalus macrophyllus (Roxb.) Havil Solusi Kebutuhan Kayu Masa Depan* (Mahfudz & M. Langi, Eds.). Manado: Balai Penelitian Kehutanan Manado.

[JAS] Japan Agricultural Standard. 2007. Glued Laminated Timber. JIS 234. Tokyo (JP): Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries.

Jessica. 2018. Karakterisasi dan Pengembangan Tanin Ekstrak Kulit Mangium *(Acacia mangium* Willd.*)* sebagai Perekat Kayu Laminasi. IPB University.

Jihannanda, P. 2013. *Studi Kuat Lentur Balok Laminasi Kayu Sengon dengan Kayu Kelapa di Daerah Gunung Pati Semarang*. Universitas Negeri Semarang.

Lempang, M. 2014. Basic Properties and Potential Uses of Jabon Merah Wood. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, *3*(2): 163–176.

Lestari, A. S. R. D., Hadi, Y. S., Hermawan, D., & Santoso, A. 2015. Glulam Properties of Fast-growing Species Using Mahogany Tannin Adhesive. *BioResources*, *10*(4): 7419–7433.

Lestari, A. S. R. D., Hadi, Y. S., Hermawan, D., & Santoso, A. 2018. Physical and Mechanical Properties of Glued Laminated Lumber of Pine (*Pinus merkusii*) and Jabon (*Anthocephalus cadamba*). *J. Korean Wood Sci. Technol*, *46*(2): 143–148. https://doi.org/https://doi.org/DOI: 10.5658/WOOD.2018.46.2.143

Lestari, A. S. R. D., Muin, M., & Lestari, I. 2020. Sifat Fisis dan Mekanis Papan Laminasi Menggunakan Pengawet Alami Buah Berenuk (*Cresentia cujete*) sebagai Aditif pada Perekat Tanin. *Perennial*, *16*(2): 68–72.

Makkar, H. P. S. 1993. Antinutritional Factors in Foods for Livestock. *BSAP Occasional Publication*, *16*(16): 69–85. https://doi.org/10.1017/s0263967x00031086

Maldonado, P., & Anderson, R. 1994. *The Chemical Nature and Biological Activity*

of Tannins in Forage Legumes Fed to Sheep and Goats. The University of Queensland.

Mansur, I., & Faisal Danu, T. 2010. *Kayu Jabon*. Jakarta: Penebar Swadaya Grup.

Moody, R. C., Hernandez, R., & Liu, J. Y. 1999. Glued Structural Members. In *Wood Handbook - Wood as an engineering material* (p. 463). Forest Products Laboratory.

Ogbuagu, M. N. 2008. The Nutritive and Anti-Nutritive Compositions of Calabash (*Crescentia cujete*) Fruit Pulp. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, *7*(9): 1069–1072. Retrieved from https://medwelljournals.com/abstract/?doi=javaa.2008.1069.1072

Ohorella, S., & Djumat, J. 2009. *Kajian Keberhasilan Progrem Penanaman Kayu Samama berbasis Kearifan Lokal Masyarakat (Studi Kasus di Desa Tulehu Kabupaten Maluku Tengah)*. Universitas Darussalam.

Oka, G. M. 2005. Analisis Perekat Terlabur pada Pembuatan Balok Laminasi Bambu Petung. *SMARTek*, *3*, 2.

Rismayani. 2013. Manfaat Buah Maja sebagai Pestisida Nabati untuk Hama dan Pengembangan Tanaman Industri. *Warta Puslitbang Perkebunan*, *19*(3).

Ruhendi, S., Koroh, D. N., Syamani, F. A., Yanti, H., Nurhaida, Saad, S., & Sucipto, T. 2007. *Analisis Perekat Kayu* (1st ed.). Bogor: Fakultas Kehutanan IPB University.

Santoso, A., & Sutigno, P. 1995. Pengaruh Komposisi Perekat Tanin Urea Formaldehida terhadap Keteguhan Rekat Kayu Lapis Meranti. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, *13*(3): 83–93.

Santoso, A., Firmanti, A., & Karno, R. 1998. Pengaruh Penambahan Ekstender dalam Perekat Fenol Formaldehida Terhadap Keteguhan Rekat Kayu Lapis Tusam. *Penelitian Hasil Hutan*,*15*(5): 337–347.

Santoso, A., Hadi, Y. S., & Malik, J. 2014. Composite Flooring Quality of Combined Wood Species Using Adhesive from Merbau Wood Extract. *Forest Products Journal*, *64*(5–6): 179–186. https://doi.org/10.13073/FPJ-D-13-00051

Santoso, A., Basri, E., & Balfas, J. 2020. Kualitas Kayu Laminasi dengan Perekat Tanin dari Ekstrak Kulit Kayu Mahoni, *Penelitian Hasil Hutan. 38*(3): 151–

160.

Sucipto, T., & Ruhendi, S. 2012. Analisis Kualitas Perekatan Kayu Laminasi Mangium dengan Perekat Polistirena. *FORESTA Indonesian Journal of Forestry I* (1): 19–24.

Sulistyawati, I., Nugroho, N., Surjokusumo, S., & Hadi, Y. S. 2008. Kekuatan Lentur Glued Laminated (Glulam) Kayu Vertikal dan Horizontal dengan Metode " Transformed Cross Section " Method. *Journal of Tropical Wood Science and Technology*, *6*(2): 49–55.

Susanto, H. 2013. Karakteristik Balok Laminasi (Glulam) Kayu Ekaliptus (*Eucalyptus urophylla* ST. Blake). IPB University.

Umezawa, T. 2000. Chemistry of Extractives. In *Wood and Cellulosic Chemistry*. New York: CRC Press.

Vick, C. B. 1999. Adhesive Bonding of Wood Materials. In *Wood Handbook - Wood as an Engineering Material*. Retrieved from www.pdhexpress.com/pdhcourse/pdf/wood_adhesive_bonding_aia.pdf

Vieira, M. C., Lelis, R. C. C., Silva, B. C. S., & Oliveira, G. L. 2011. Tannin Extraction from the Bark of *Pinus oocarpa* var. oocarpa with Sodium Carbonate and Sodium Bisulfite. *Floresta e Ambiente*, *18*(1): 1–8. https://doi.org/10.4322/floram.2011.017

Zaini, L. H., Hadi, Y. S., Mubarak, M., & Sunaryo, A. 2017. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Zat Aditif Perekat dari Kulit Sapi pada Kayu Laminasi Jabon. *Jurnal Ilmu Teknologi Kayu Tropis*, *15*(1): 89–96.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kerusakan Kayu Setelah Pengujian Keteguhan Rekat Kayu Laminasi

Hasil Uji Keteguhan Rekat TBRF 0%

Hasil Uji Keteguhan Rekat TBRF 5%

Hasil Uji Keteguhan Rekat TBRF 15%

Hasil Uji Keteguhan Rekat TBRF 25%

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian

Proses Pembuatan Ekstrak Tanin dari Mahoni

Hasil Ektraksi Tanin dari Mahoni

Proses Pembuatan Ekstrak Berenuk

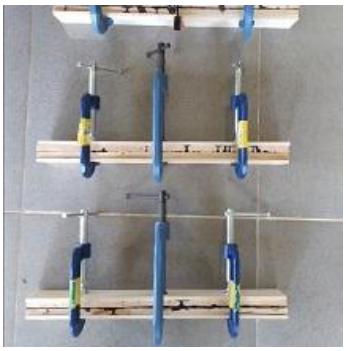
Hasil Ekstraksi Berenuk

Proses Pembuatan Lamina Kayu

Proses Pembuatan Perekat

Proses Pengaplikasian Perekat Pada Lamina

Proses Pengempaan



Proses Pengkleman Kayu Laminasi

Kayu Laminasi

Proses Uji Delaminasi Dingin

Proses Uji Keteguhan Rekat

Proses Uji Emisi Formaldehida

Proses Uji Kadar Air dan Kerapatan