

SIFAT-SIFAT PEREKAT TANIN FORMALDEHIDA DARI BAGIAN CABANG BAKAU HITAM (*Rhizophora mucronata*)

(*Properties of Tannin Formaldehyde Adhesive Made of Part of Branches Wood of Black Mangrove (Rhizophora mucronata)*)

Arif Nuryawan^{1,2*}, Lia Anggraini Ritonga¹, Mohammad Basyuni^{1,2}, Iwan Risnasari^{1,2},
Arida Susilowati^{1,2}

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara, Jalan Lingkar Kampus USU 2 Kwala Bekala, Deli Serdang 20353, Sumatera Utara, Indonesia

²Pusat Unggulan Ipteks Mangrove, Universitas Sumatera Utara, Kampus USU Padang Bulan, Medan 20155, Sumatera Utara, Indonesia
E-mail : arif5@usu.ac.id

ABSTRACT

Black mangroves (Rhizophora mucronata) are beneficial because they prevent abrasion and provide marine biota habitat. Only the branch wood is utilized to preserve these functions and keep them sustainable. This study aims to assess the tannin content of the branches of the black mangrove and extract them as ingredients for wood glue. The study distinguished between the tannins' sources: bark, wood, and a combination of bark and wood that were extracted using a pressure cooker for 30 minutes at 116–121°C and 10–15 psi. The processes involved in synthesis were drying, converting, tannin extracting, producing tannin formaldehyde adhesive, and characterizing the adhesive. The results showed that the tannin of extracting bark (9.32%) > bark + wood (5.95%) > wood (3.28%). For this reason, only the maximum yield—bark—was used in the production of tannin formaldehyde adhesive and its characterization following SNI 06–4567–1998 for phenol-formaldehyde (PF) adhesive. The adhesive was a bright red-black liquid, slightly thick, containing impurities, and had an alkaline pH (10.18). The viscosity, specific gravity, solids content, gel time, and free formaldehyde content were 70.6 cps, 1.137, 27.54%, 44 minutes, and 5.04%, respectively. The novelties of this work were: 1) the bark of the black mangrove branch contained the highest concentration of tannins; 2) tannin extraction can be accelerated by applying pressure and temperature; and 3) the properties of the tannin formaldehyde adhesive were comparable to those of PF adhesive, albeit thinner.

Keywords: extraction, part of branches wood of black mangrove, *Rhizophora mucronata*, tannin, tannin formaldehyde adhesive

ABSTRAK

Bakau hitam (*Rhizophora mucronata*) yang tumbuh di hutan mangrove bermanfaat dalam menahan abrasi dan tempat berkembangnya biota laut. Untuk mempertahankan fungsi ini dan supaya hutan mangrove tetap lestari, hanya bagian kayu cabang yang dimanfaatkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagian cabang bakau hitam untuk diekstraksi kandungan taninnya sebagai bahan baku perekat kayu. Pada penelitian ini dibedakan asal taninnya, yaitu dari bagian kulit, kayu, dan campuran kulit dan kayu yang diperoleh melalui ekstraksi menggunakan panci presto (*pressure cooker*) pada tekanan 10–15 psi selama 30 menit pada suhu 116–121°C. Metode sintesis meliputi pengeringan, konversi, ekstraksi tanin, pembuatan perekat tanin formaldehida, dan karakterisasi perekat tanin, yang meliputi kenampakan, pH, viskositas, berat jenis, kadar solid, waktu gel, dan kandungan emisi formaldehida. Hasil ekstraksi tanin menunjukkan rendemen tanin yang diperoleh pada ekstraksi kulit (9,32%) > kulit+kayu (5,95%) > kayu (3,28%). Oleh karena itu pembuatan perekat tanin formaldehida dan karakterisasinya berdasarkan Standar Nasional Indonesia 06–4567–1998 untuk resin *phenol formaldehyde* (PF) hanya dilakukan pada rendemen yang tertinggi yaitu kulit. Penampakan perekat tanin formaldehida asal kulit yang dihasilkan berupa cairan berwarna merah terang kehitaman, agak kental, terdapat butiran/kotoran, dan pH-nya 10,18 (basa). Kekentalannya 70,6 cps, berberat jenis 1,137, kadar solid 27,54%, periode gel 44 menit, dan kandungan formaldehida bebasnya 5,04%. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan: 1) bagian cabang bakau hitam (*R. mucronata*) yang memiliki kandungan tanin tertinggi ada pada bagian kulit; 2) ekstraksi tanin menggunakan panci presto bisa diterapkan sehingga menghemat waktu ekstraksi; 3) Sifat-sifat perekat tanin formaldehida yang dihasilkan mirip dengan perekat PF hanya lebih encer.

© 2023 The Author(s).

Published by BRIN Publishing. This is an open access article under the CC BY-SA

license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>).



149

Submitted : 09/11/2023
Revised : 28/11/2023
Accepted : 29/11/2023

Kata kunci: bagian cabang bakau hitam, ekstraksi, perekat tanin formaldehida, *Rhizophora mucronata*, tanin

PENDAHULUAN

Tsunami pada tanggal 26 Desember 2004 yang melanda kawasan pesisir Aceh dan Nias Sumatera Utara menyebabkan kerusakan parah terutama pada daerah yang tidak terdapat hutan mangrove atau bakau dan hutan pantai sebagai pelindung alami (Onrizal & Kusmana, 2009). Pasca kejadian tersebut, mangrove menjadi salah satu topik utama pembicaraan mulai skala lokal, regional maupun internasional karena kemampuan ekologisnya sebagai penahan angin, gelombang, badai, maupun tsunami (Onrizal & Manshor, 2020).

Saat ini hutan mangrove hanya difungsikan secara ekologis yaitu sebagai penahan abrasi dan tempat berkembangbiaknya biota laut seperti tempat memijahnya bibit udang dan kepiting (Karniati *et al.*, 2021), sementara untuk fungsi ekonomis masih terbatas sebagai tempat rekreasi dan wisata (Basyuni *et al.*, 2018). Padahal potensi lainnya masih bisa digali misalnya dengan memanfaatkan biomassa mangrove.

Biomassa di hutan mangrove terdiri atas komponen daun, batang, dan akar. Daun mangrove mungkin mengandung unsur hara (Kusmana & Sukristijono, 2016), sedangkan batang dan akar mungkin mengandung biomassa kayu (Adanguidi *et al.*, 2020). Pemanfaatan batang utama pohon mangrove sebagai sumber kayu akan menimbulkan dampak negatif pada hutan mangrove. Hutan akan mengalami degradasi karena laju pemanenan kayu biasanya lebih cepat dari laju pertumbuhannya (Tursi, 2019). Pemanfaatan akar untuk kebutuhan kayu tampaknya kurang tepat karena struktur anatomi antara batang dan akar berbeda (Lee dan Eom, 2014). Oleh karena itu pada penelitian ini biomassa kayu mangrove yang berasal dari bukan batang utama berupa cabang dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan perekat tanin. Kadar tanin pada kulit kayu mangrove sekitar 26 % (Paridah & Musgrave, 2006) dengan rata-rata 20-30 % pada kulit bakau kering yang dihancurkan. Kandungan tanin tersebut tergolong cukup tinggi dan berpotensi sebagai bahan baku industri, termasuk industri perekat kayu.

Hutan bakau yang terdapat di Desa Lubuk Kertang, Kecamatan Brandan Barat, Kabupaten Langkat, Propinsi Sumatera Utara adalah lokasi pengambilan cabang kayu mangrove pada penelitian ini, memiliki luas sebesar 410 ha dengan IUPHKm (Izin Usaha Pemanfaatan Hutan Kemasyarakatan) berdasarkan Surat Keputusan Nomor 987/Menlhk-PSKL/PKPS/PSL.0/3/2017 yang dikelola oleh Kelompok Tani dan Nelayan Mangrove. Hutan mangrove tersebut sangat potensial dalam penyediaan biomassa cabang kayu untuk bahan baku industri misalnya sebagai sumber tanin dalam hal ini untuk perekat. Dengan jumlah pohon sekitar 4000-an pohon per hektar (Sulistiyono dan Hudjimartsu, 2021) dan setiap pohon diambil sebanyak 3-4 cabang, maka dapat dihasilkan sekitar 12.000 – 16.000 cabang per hektarnya.

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh rendemen tanin yang dihasilkan dari kayu bagian cabang bakau hitam (*Rhizophora mucronata*) berumur 8 tahun (tahun tanam 2015) dan mengkarakterisasi sifat-sifat perekat tanin yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Persiapan Bahan Baku

Bahan utama penelitian ini adalah kayu cabang bakau hitam (*R.mucronata*) yang berasal dari hutan bakau di desa binaan Universitas Sumatera Utara di daerah Lubuk Kertang berumur 8 tahun yang dipisahkan bagian kulit dan kayunya. Kulit dan kayu dibersihkan dari kotoran yang menempel dan dipotong kecil-kecil. Selanjutnya baik kulit maupun kayu dikeringkan secara terpisah di bawah sinar matahari hingga kadar airnya sekitar 5-10%. Keduanya digiling (juga terpisah) dengan mesin giling hingga menjadi serbuk kasar. Kemudian serbuk tersebut diayak dengan ayakan 40 mesh.

Ekstraksi Tanin

Serbuk kulit dan kayu dioven pada temperatur 80°C untuk jangka waktu 24 jam. Kemudian serbuk kulit dan kayu diekstraksi menggunakan

panci presto (*pressure cooker*) pada tekanan 10-15 psi selama 30 menit pada suhu 116-121°C dengan perbandingan antara serbuk kulit kayu dengan air adalah 1:10 (b/v) yang artinya 100 g serbuk kulit bakau dipanaskan dalam 1 liter air mendidih selama setengah jam. Kemudian larutan dipisahkan dengan kain saring dan setelahnya dievaporasi dan diuapkan pada suhu 60°C menggunakan oven hingga mengkristal. Hasil yang diperoleh ditakar massanya dan rendemennya dihitung berdasarkan persamaan (1).

$$\text{Rendemen} = (\text{Berat ekstrak})/(\text{Berat sampel}) \times 100\% \dots(1)$$

Pembuatan Perekat Tanin Formaldehida

Ekstrak tanin sebanyak 100 ml dicampur dengan 10 ml formaldehida dengan bantuan pengaduk selama 15 menit dan ditambahkan NaOH 50% sebanyak 1 ml. Artinya ekstrak tanin yang diencerkan dalam air jumlahnya sama dengan formaldehida yang diencerkan dalam air. Jika menggunakan larutan 37% formalin, maka 37 g ekstrak tanin harus dilarutkan dalam 100 ml air.

Pengujian Karakteristik Perekat

Penentuan kualitas perekat berdasarkan SNI 06-4567-1998 untuk perekat cair *phenol formaldehyde*, dengan parameter sebagai berikut:

1. Kenampakan

Prosedur penentuan kenampakan perekat meliputi: sampel perekat dituangkan pada sisi atas gelas datar, kemudian dialirkan hingga terbentuk lapisan tipis berupa film. Pengamatan visual dilaksanakan untuk mengevaluasi warna, serta kontaminan baik berupa butiran padat, debu atau bentukan lain.

2. Keasaman (pH)

Penentuan pH dengan mengukur konsentrasi ion H⁺ pada cairan perekat dilakukan dengan: menuangkan sampel perekat ke dalam gelas piala berukuran 200 ml secukupnya dan menggunakan pH-meter pada suhu 27°C. Standarisasi pH meter dengan larutan buffer pH 4 pada suhu 27°C mutlak dilaksanakan sebelum penentuan pH.

3. Kekentalan (viskositas)

Prinsip determinasi kekentalan yaitu mengevaluasi gesekan internal kohesi molekul dalam aliran perekat. Cara menentukan kekentalan perekat meliputi: sampel perekat dimasukkan ke dalam *beaker glass* ukuran 50 ml, kemudian diletakkan di bawah spindel/rotor Digital Viscometer NDJ-8S yang sudah diatur berdasarkan kekentalan perekat. Diamkan spindel yang berputar di dalam perekat sampai tampilan titik pada layar viscometer sudah penuh dan dicatat data yang ditampilkan pada layar Digital Viscometer NDJ-8S.

4. Berat jenis

Berat jenis diukur dengan membandingkan berat sampel terhadap berat air pada volume dan suhu yang sama. Prosedur pengukuran berat jenis perekat meliputi: menimbang berat piknometer bersih yang masih kosong (W1), kemudian piknometer diisi dengan air suhu 25°C hingga penuh lalu ditutup hingga tidak terdapat gelembung udara. Pada sisi luar piknometer dikeringkan dengan tisu dan ditimbang untuk memperoleh W2. Piknometer dikosongkan dan dikeringkan, untuk kemudian dituangkan sampel perekat kedalamnya hingga penuh dan ditutup seperti pada kondisi awal (tanpa ada gelembung udara). Pada bagian luar piknometer lalu dibersihkan dan dikeringkan dengan tisu, kemudian ditimbang untuk memperoleh W3. Berat jenis perekat ditentukan dengan persamaan (2) berikut:

$$\text{Berat jenis} = (W3 - W1) / (W2 - W1) \dots\dots(2)$$

5. Sisa penguapan/ kadar padatan

Prosedur menentukan kadar padatan perekat meliputi: sampel perekat sebanyak 1,5 g dimasukkan ke cawan lalu ditimbang untuk mendapatkan W1. Sampel tersebut dioven pada suhu (150±2)°C selama satu jam, didinginkan dalam desikator hingga suhu kamar tercapai, kemudian ditimbang sehingga diperoleh W2. Kadar padatan dihitung dengan persamaan (3) berikut:

$$\text{Kadar padatan (\%)} = (W2 / W1) \times 100 \dots\dots (3)$$

6. Waktu gelatinasi

Prosedur penentuan waktu gel atau gelatinasi perekat meliputi: memasukkan sampel perekat ±10 g ke tabung reaksi dan dipanaskan pada *waterbath* bersuhu 95°C dengan posisi permukaan perekat berada 2 cm terendam. Waktu yang dibutuhkan perekat untuk membentuk gel (gelatinasi) mulai dihitung sesaat setelah dipanaskan hingga perekat sudah tergelatinasi, yang dicirikan dengan tidak mengalirnya perekat tersebut ketika tabung reaksi dimiringkan.

7. Formaldehida bebas

Penentuan prosedur kadar formaldehida bebas dilakukan dengan mengacu standar SNI 06-4567-1998 untuk perekat cair untuk kayu lapis, meliputi: sampel perekat 20 g dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 200 ml, ditambahkan air 50 ml dan diaduk hingga merata. Lalu teteskan indikator metil merah dan metilen biru sebanyak 2-3 tetes, kemudian campuran tersebut dinetralkan menggunakan HCl 0,1 N atau NaOH 1 N. Setelah netral, campuran ditambah 10 ml NH₄OH 10% dan 10 ml NaOH 1 N. Erlenmeyer yang berisi campuran tersebut ditutup, dikocok dan diletakkan pada penangas air bersuhu 30°C selama setengah jam. Campuran dititrasi HCl 1 N sehingga terjadi perubahan warna dari hijau menjadi biru kelabu dan kemudian merah ungu. Menggunakan prosedur yang sama dengan larutan contoh, dibuat juga larutan blanko tanpa penambahan perekat. Formaldehida bebas perekat dapat ditentukan dengan persamaan (4) berikut:

$$FB (\%) = \frac{(V1 - V2) \times N \times 30,03}{w \times 1000} \times 100 \dots \dots (4)$$

Keterangan:

FB = formaldehida bebas (%), V1= volume HCl untuk titrasi blanko (ml), V2 = volume HCl untuk titrasi contoh (ml), N= normalitas HCl, 30,03 = bobot molekul formaldehida, W= berat contoh (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen merupakan hasil akhir kristal tanin yang diperoleh dalam ekstraksi tanin dari bagian cabang bakau hitam (*R.mucronata*) ditampilkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil ekstraksi tanin bagian cabang bakau hitam (*R.mucronata*)

Bagian cabang bakau hitam (<i>R.mucronata</i>) (Part of branches of black man- grove (<i>R.mucronata</i>))	Rendemen (Yield, %)
Kulit (<i>bark</i>)	9,32
Kayu (<i>wood</i>)	3,28
Kulit+kayu (<i>bark+wood</i>)	5,95

Rendemen dalam ekstraksi tanin yang dihasilkan dari kulit, kayu, dan campuran kulit+kayu cabang bakau hitam (*R.mucronata*) masing-masing adalah 9,32%, 3,28 %, dan 5,95%. Dari ketiga nilai rendemen ekstrak tanin yang diperoleh memiliki nilai rendemen yang rendah hal ini dikarenakan dalam ekstraksi tanin menggunakan pelarut air. Hasil penelitian Suomi dan Linberg (1984) menyatakan bahwa rendemen yang diperoleh dari ekstraksi dengan pelarut air relatif kecil. Penggunaan bahan kimia seperti basa atau alkali sebagai pelarut dapat meningkatkan rendemen ekstrak. Rendemen ekstrak tanin kulit, kayu cabang bakau hitam (*R.mucronata*), maupun campurannya memiliki nilai yang lebih rendah daripada rendemen tanin yang berasal dari kulit leda (*Eucalyptus deglupta* Blume) sebesar 9,65% (Awaliyan *et al.*, 2017). Namun demikian ekstrak kulit cabang *R.mucronata* memiliki rendemen yang paling tinggi dibandingkan dengan rendemen bagian kayu maupun campuran kulit+kayu cabang. Oleh karena itu pembuatan perekat tanin formaldehida dan karakterisasinya mengacu pada SNI 06-4567-1998 untuk resin *phenol formaldehyde* (PF) hanya dilakukan pada rendemen yang tertinggi yaitu kulit dengan nilai rendemen adalah 9.32%. Sifat kimia tanin terkondensasi yang diperoleh dari cabang bakau hitam (*R.mucronata*) disajikan pada Tabel 2. Sementara untuk sifat-sifat perekat tanin yang dihasilkan selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

1. Bentuk dan Kenampakan

Hasil pengujian bentuk dan kenampakan perekat tanin formaldehida dari tanin kulit bagian cabang bakau hitam (*R.mucronata*) adalah berbentuk cair agak kental. Hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan persyaratan SNI 06-4567-1998. Uji kenampakan pada ekstrak tanin dari kulit cabang bakau hitam (*R.mucronata*) dengan

Tabel 2. Sifat kimia tanin terkondensasi dari bagian cabang bakau hitam (*R. mucronata*)

Bagian cabang bakau hitam (Part of branches of black mangrove)	Ekstrak tanin (<i>Tannin extract</i> , %)	Bilangan stiasny (<i>Stiasny number</i> , %)	Bilangan stiasny terkoreksi (<i>Corrected stiasny number</i> , %)	Unit polyflavonoid (<i>Polyflavonoid unit</i> , %)
Kulit (<i>bark</i>)	3,08	98,94	90,77	2,82
Kayu (<i>wood</i>)	2,52	25,38	23,28	0,61
Kulit+kayu (<i>bark+wood</i>)	2,76	30,23	27,73	0,76

*Nilai pada tabel merupakan rata-rata dari tiga kali ulangan (*Values on the table are the average value from three replications*).

Tabel 3. Sifat-sifat perekat tanin formaldehida dari tanin kulit bagian cabang bakau hitam (*R. mucronata*)

No.	Parameter (<i>Parameter</i>)	Hasil Determinasi (<i>Determination results</i>)	SNI 06-4567-1998 untuk PF (<i>Indonesian Standard 06-4567-1998 for PF</i>)
1.	Bentuk (<i>form</i>)	Cair agak kental (<i>slightly thick liquid</i>)	Cair (<i>liquid</i>)
2.	Kenampakan (<i>appearance</i>)	Merah terang kehitaman (<i>blackish bright red</i>)	Merah kehitaman (<i>blackish red</i>)
3.	Kotoran (<i>contamination</i>)	terdapat butiran/kotoran (<i>grains/ dirt available</i>)	bebas dari kotoran (<i>free from dirt</i>)
4.	Keasaman (pH) (<i>acidity/ pH</i>)	10,18	10-13
5.	Kekentalan (<i>viscosity</i>)	70, 6 cps	130-300 cps
6.	Berat Jenis (<i>specific gravity</i>)	1,137	1,16-1,20
7.	Kadar padatan (<i>solid content</i>)	27,54 %	40-45 %
8.	Waktu gel (<i>gel time</i>)	44 menit (<i>minutes</i>)	>30 menit (<i>minutes</i>)
9.	Formaldehida bebas (<i>free formaldehyde</i>)	5,04	< 1%

pencampuran tanin 37 g, formaldehida 37%, dan NaOH 50 sebanyak 1 ml menghasilkan perekat yang berwarna merah terang kehitaman dan terdapat butiran/kotoran. Dengan demikian hasil yang diperoleh dari bentuk dan kenampakan tidak memenuhi yang disyaratkan SNI 06-4567-1998. Warna merah terang yang diperoleh diduga terjadi akibat kadar formaldehida lebih sedikit daripada sodium hidroksida. Sesuai dengan penelitian Sribudiani dan Somadona (2021), di mana perekat Tanin Resorsinol Formaldehida (TRF) memiliki warna merah terang yang berasal dari reaksi senyawa polifenol dengan resorsinol. Pencampuran resorsinol dengan tanin cair menghasilkan larutan berwarna cokelat gelap kehijauan, sehingga diduga reaksi perekat pada kulit cabang bakau hitam (*R. mucronata*) menghasilkan warna yang terang.

2. Keasaman (pH)

Keasaman adalah suatu ukuran dalam menentukan tinggi rendahnya nilai suatu zat asam maupun zat basa yang perlu diketahui karena berpengaruh terhadap masa pakai perekat. Nilai keasaman pada perekat kulit cabang bakau hitam (*R. mucronata*) adalah 10.18 yang artinya perekat kulit bersifat basa dengan begitu perekat ini memenuhi persyaratan SNI 06-4567-1998 yaitu pH antara 10 hingga 13. Sifat basa yang diperoleh dari perekat ini disebabkan karena adanya penambahan NaOH 50%. Sebaiknya pH perekat tinggi (basa) agar tidak mengubah struktur kayu yang direkat karena pada pH 2 struktur kayu rusak dan pada pH 3.5 – 4 ikatan perekat kayu akan mulai kehilangan kekuatannya.

3. Kekentalan (Viskositas)

Kekentalan dari perekat kulit cabang bakau hitam (*R. mucronata*) yang diperoleh adalah 70,6 cps yang artinya perekat ini tidak memenuhi standar SNI 06-4567-1998 yang mensyaratkan 130-300 cps. Viskositas perekat berhubungan dengan kenampakan perekat kulit yang agak kental. Pengujian kekentalan (viskositas) penting dilakukan dalam perekatan karena berpengaruh terhadap kemampuan dari penetrasi dan pembasahan oleh perekat. Viskositas yang lebih kecil dapat meningkatkan kemampuan mengalir, berpindah, berpenetrasi serta pembasahan dari perekat (Widiyanto, 2011). Begitu pula sebaliknya jika viskositas perekat terlalu encer akan menyebabkan rendahnya nilai keteguhan rekat.

4. Berat Jenis

Berat jenis (BJ) perekat yang diperoleh dari kulit cabang bakau hitam (*R. mucronata*) adalah 1,137. BJ yang dihasilkan tidak memenuhi SNI 06-4567-1998 yang seharusnya sebesar 1,165 - 1,200. Rendahnya nilai berat jenis yang diperoleh diduga karena jenis perekat memiliki berat molekul yang rendah sehingga derajat polimerisasinya menjadi kecil. Lestari *et al.* (2023) menjelaskan BJ yang rendah dari perekat diduga dapat disebabkan oleh penggunaan pengencer air atau pelarut pada proses produksi yang berlebihan.

5. Kadar Padatan

Kadar solid atau padatan merupakan jumlah molekul perekat yang akan berikatan dengan molekul sirekat. Kadar solid perekat tanin dari kulit cabang bakau hitam (*R. mucronata*) yang dihasilkan adalah 27,54 %. Kadar padatan perekat yang dihasilkan tidak memenuhi syarat SNI 06-4567-1998 di mana kadar solid yang disyaratkan sebesar 40-45. Kadar padatan yang memiliki nilai tinggi dapat meningkatkan kualitas perekat dan keteguhan rekatnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Medynda *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa pada batas tertentu semakin tinggi kadar solid perekat, maka keteguhan rekat produk kayu yang dihasilkan semakin tinggi karena semakin banyak molekul penyusun perekat yang berinteraksi dengan sirekat pada

saat perekatan terjadi. Dengan hasil kadar solid tersebut dapat diperkirakan keteguhan rekatnya yang kurang baik karena tidak memenuhi standar yang disyaratkan.

6. Waktu Gelatinasi

Waktu gelatinasi merupakan waktu yang dibutuhkan perekat untuk mengental atau membentuk gel sehingga tidak dapat ditambahkan lagi dengan bahan lain dan siap untuk digunakan. Waktu gelatinasi yang dihasilkan dari perekat kulit cabang bakau hitam (*R. mucronata*) adalah 44 menit. Waktu yang dihasilkan tersebut memenuhi syarat SNI 06-4567-1998 yaitu 30 menit. Nilai waktu gel yang dihasilkan cukup lama dapat menunjukkan bahwa perekat kulit cabang bakau hitam (*R. mucronata*) cukup baik untuk diaplikasikan, karena tidak mudah membentuk gel atau mengental.

7. Formaldehida Bebas

Formaldehida bebas merupakan lebihnya formaldehida yang tidak bereaksi di dalam pembentukan polimer perekat. Formaldehida bebas yang dihasilkan dari produk panel kayu dapat mengganggu kesehatan khususnya selaput lendir pada mata, saluran pernafasan, dan daya penciuman. Formaldehida bebas yang dihasilkan dari perekat kulit cabang bakau hitam (*R. mucronata*) adalah 5,04%. Nilai formaldehida bebas yang dihasilkan tidak sesuai dengan persyaratan SNI 06-4567-1998 sebesar <1%. Banyaknya formaldehida bebas dalam perekat kulit cabang bakau hitam (*R. mucronata*) yang dihasilkan tidak habis diikat oleh tanin, sehingga masih menyisakan formaldehida bebas. Dengan demikian diduga bahwa jika perekat ini digunakan pada produk turunan kayu seperti papan partikel, maka emisi formaldehida produk tersebut masih tinggi.

KESIMPULAN

Bagian cabang bakau hitam (*R. mucronata*) yang memiliki kandungan tanin tertinggi ada pada bagian kulit. Ekstraksi tanin menggunakan panci presto bisa diterapkan sehingga menghemat waktu ekstraksi. Sifat-sifat perekat tanin formaldehida yang dihasilkan mirip dengan perekat PF hanya lebih encer. Perekat kulit cabang bakau hitam

(*R.mucronata*) memiliki karakteristik bentuk cair agak kental berwarna merah terang kehitaman, terdapat butiran/kotoran, pH 10,18, kekentalan 70,6 cps, berat jenis 1,137, kadar padatan 27,54%, waktu gel 44 menit, dan formaldehida bebas 5,04%. Karakteristik perekat kulit cabang bakau hitam (*R.mucronata*) yang memenuhi karakteristik perekat phenol formaldehida (PF) untuk perekat (SNI 064567-1998) yaitu karakteristik keasaman (pH) dan waktu gelatinasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai PUI Mangrove Universitas Sumatera Utara tahun anggaran 2023 kepada AN, IR, dan AS. Penelitian ini merupakan bagian penelitian skripsi LAR yang dibimbing oleh AN dan MB.

KONTRIBUSI PENULIS

Kontribusi penulis: ide, desain, dan rancangan percobaan oleh AN dan MB; percobaan oleh LAR; dan perlakuan pengujian oleh AN, MB, dan LAR; pengumpulan data dan analisis data oleh AN, MB, LAR, IR, dan AS ; penulisan manuskrip oleh AN, LAR, MB, IR, dan AS ; dan perbaikan dan finalisasi manuskrip oleh AN dan MB.

DAFTAR PUSTAKA

Adanguidi, J., Padonou, E.A., Zannou, A., Houngbo, S.B.E., Saliou, I.O., Agbahoungba, S. (2020). Fuelwood Consumption and Supply Strategies In Mangrove Forests - Insights. *Forest Policy and Economics*, 116, 02192

Awaliyan, H.R., Rosamah, E., Sukaton, E. 2017. Karakteristik tanin dari ekstrak kulit kayu leda (*Eucalyptus deglupta* Blume.). *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 1(1).

Basyuni, M., Bimantara, Y., Siagian, M., Wati, R., Slamet, B., Sulistiyono, N., Nuryawan, A., Leidonad, R. (2018). Developing community-based mangrove management through ecotourism in North Sumatra, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 126, 012109.

Karniati R., Sulistiyono N., Amelia R., Slamet B., Bimantara Y., & Basyuni, M. (2021) Mangrove ecosystem in North Sumatran (Indonesia) forests serves as a suitable habitat for mud crabs (*Scylla serrata* and *S. olivacea*) *Biodiversitas*, 22(3), 1489-1496.

Kusmana, C. & Sukristijiono. (2016). Mangrove resource uses by local community in Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 6(2), 217-224.

Lee, M.R. & Eom, Y.G. (2014) Comparative wood anatomy of stem and root in *Lindera erythrocarpa* Makino. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 42(2), 138-146

Lestari, D., Ningsih, R.V., Fahrussiam, F., Mustamu, S.. 2023. Fortification of Bioadhesive with Phenol Formaldehyde: Characteristics and its Application for Afrika Laminated Wood. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2): 257-262.

Medynda, M., Sucipto, T., & Hakim, L. (2012). Pengembangan perekat likuida dari limbah kulit buah kakao (*Theobroma cacao L.*). *Peronema Forestry Science Journal*, 1(1), 156199.

Onrizal & Kusmana, C. (2009). Structure and species richness of mangroves plant post-tsunami in Nias island. *Berita Biologi*, 9(4), 359-364.

Onrizal & Mansor, M. (2020). Recovery status of mangroves along western coast of Aceh until 7 years after the 2004 Tsunami. *Journal of Physics: Conference Series*, 1542, 012060.

Paridah, M.T. & Musgrave, O.C. (2006). Alkaline Treatment of Sulfited Tannin-Based Adhesive from Mangrove to Increase Bond Integrity of Beech Slips. *Journal of Tropical Forest Science*, 18(2), 137-143.

Sulistiyono, N., dan Hudjimartsu, S.A. (2021). Potential of above-ground biomass (AGB) of mangrove vegetation restoration in Lubuk Kertang. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 782(3), 032036.

Suomi, Lindberg L.1984. Bark extracts and their use in plywood bonding. *VTT Technical Research Centre of Finland*.

Sribudiani, E., & Somadona, S. (2021). Karakteristik Perekat dan Perekatan Tanin Resorsinol Formaldehida Pada Sirekat Akasia (*Acacia mangium*) dan Pulai (*Alstonia scholaris*): Adhesion and Adhesive Characteristics of Tannins Resorcinol Formaldehyde on Sirekat Acacia (*Acacia mangium*) and Pulai (*Alstonia scholaris*). *Perennial*, 17(2), 35-44.

Standar Nasional Indonesia. 1998. Fenol formaldehida cair untuk perekat kayu lapis (SNI 06-4567-1998). Standar Nasional Indonesia. Jakarta

Tursi, A. (2019) A review on biomass: importance, chemistry, classification, and conversion. *Biofuel Research Journal*, 22, 962-979.

Widiyanto, A. (2011). Kualitas papan partikel kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) dan bambu tali (*Gigantochloa apus* Kurz) dengan

perekat likuida kayu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 29(4), 301-311.