



KARAKTERISTIK RESIN BIO-POLIURETAN BERBASIS TANIN TERGLIOKSALASI SEBAGAI PEREKAT KAYU LAPIS

DHIMAS PRAMADHANI



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Karakteristik Resin Bio-Poliuretan Berbasis Tanin Terglioksalasi sebagai Perekat Kayu Lapis” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2024

Dhimas Pramadhani
E2501231005

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

DHIMAS PRAMADHANI. Karakteristik Resin Bio-Poliuretan Berbasis Tanin Terглиoksalasi sebagai Perak Kayu Lapis. Dibimbing oleh RITA KARTIKA SARI, MAHDI MUBAROK, dan MUHAMMAD ADLY RAHANDI LUBIS.

Kayu lapis merupakan salah satu produk unggulan olahan kayu yang terbuat dari campuran beberapa vinir kayu yang direkatkan secara tegak lurus. Perak yang umumnya digunakan mengandung emisi formaldehida seperti Urea Formaldehida (UF) dan Fenol Formaldehida (PF) yang berbahaya bagi kesehatan. Upaya untuk mengurangi emisi formaldehida adalah menggunakan perak poliuretan. Perak poliuretan terbentuk dari reaksi polikondensasi antara polioliol dan Metilen Difenil Diisosianat (MDI), namun kedua bahan ini tidak terbarukan dan toksik sehingga perlu substitusi kedua bahan tersebut. Bahan yang dapat digunakan sebagai substitusi polioliol adalah senyawa ramah lingkungan berbasis alam seperti tanin. Salah satu sumber tanin yang melimpah adalah kulit kayu mangium (*Acacia mangium* Willd.). Modifikasi tanin dilakukan dengan penambahan glioksal untuk meningkatkan reaktivitas ekstrak tanin kulit mangium (EKM). Sementara, bahan yang dapat digunakan sebagai substitusi MDI pembentuk gugus uretan adalah Dimetil Karbonat (DMC) dan Heksametilen Tetraamina (HMTA). Namun, nisbah formula optimal pada perak tanin glioksal, DMC, dan HMTA ini belum diketahui. Untuk itu, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pengaruh jenis formula perak bio-poliuretan berbasis tanin terглиoksalasi dan modifikasi isosianat (DMC dan HMTA) terhadap karakteristik perak dan mengidentifikasi sifat fisis serta mekanis kayu lapis yang dihasilkan dari aplikasi nisbah perak bio-poliuretan (PU) tanin terглиoksalasi.

Proses pembuatan perak Bio-Poliuretan tanin terглиoksalasi dilakukan menggunakan EKM dengan delapan formula yang terdiri dari rasio ekstrak tanin-glioksal:DMC: HMTA berbeda dan masing-masing formula diberikan penambahan MDI, sebagai *fortifier*, mulai dari taraf 0%-25%. EKM diperoleh dari ekstraksi kulit kayu mangium menggunakan metode maserasi dengan air panas. Perak dibuat dengan cara mereaksikan terlebih dahulu EKM dengan NaOH 20% pada suhu 80 °C kemudian ditambahkan glioksal 40% dan tetap dipanaskan selama 1 jam. Selanjutnya, larutan tersebut direaksikan dengan DMC pada suhu 80 °C selama 2 jam sampai homogen. Setelah EKM-glioksal-DMC homogen, HMTA ditambahkan pada suhu 70 °C selama 1 jam. Perak bio-NIPU tanin terглиoksalasi yang sudah terbentuk ini lalu direaksikan dengan MDI pada variasi yang berbeda. Hasil analisis FTIR terhadap perak cair dan padat menunjukkan adanya serapan gugus fungsi uretan yang terbentuk. Faktor jenis formula, *penaut silang* (HMTA), dan MDI memberikan pengaruh yang nyata terhadap viskositas, kadar padatan, kohesi, dan kehilangan berat perak. Beberapa sifat fisis dan mekanis kayu lapis yang dihasilkan masih belum memenuhi SNI 01-5008-7 1999, seperti nilai delaminasi dan *wood failure*. Namun, perak bio-PU tanin terглиoksalasi mampu menghasilkan sifat keteguhan rekat yang lebih baik dibandingkan perak poliuretan komersial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perak bio-PU tanin terглиoksalasi dapat digunakan sebagai perak pada kayu lapis.

Kata kunci: bio-poliuretan, ekstrak tanin, perak, tanin terглиoksalasi



SUMMARY

DHIMAS PRAMADHANI. Characteristics of Glyoxalated Tannin Based Bio-Polyurethane Resins as Plywood Adhesive. Supervised by RITA KARTIKA SARI, MAHDI MUBAROK, and MUHAMMAD ADLY RAHANDY LUBIS.

Plywood is one of the superior processed wood products made from a mixture of several wood veneers glued together perpendicularly. Adhesives that are generally used in plywood applications usually contain formaldehyde emissions such as Urea Formaldehyde (UF) and Phenol Formaldehyde (PF), which are dangerous for health. An effort to reduce formaldehyde emissions is to use natural-based polyurethane adhesives on plywood. Polyurethane adhesive is formed from a polycondensation reaction between polyol and MDI, but these two materials are non-renewable and toxic, so it is necessary to substitute them. Materials that can be used as polyol substitutes are nature-based environmentally friendly compounds such as tannins. One abundant source of tannin is found in mangium bark (*Acacia mangium* Willd.). Modifications to the tannin extract were carried out by adding glyoxal to increase the reactivity of the tannin extract. DMC and HMTA are two materials that can be used as a substitute for MDI isocyanate to form a urethane group. However, the optimal formula ratio for the tannin adhesive glyoxal, DMC, and HMTA has yet to be discovered. Therefore, this research aims to identify the effect of the type of non-isocyanate urethane adhesive formula (Bio-NIPU) based on glyoxalated tannins and modified isocyanates (DMC and HMTA) on the characteristics of the adhesive and identify the physical and mechanical properties of plywood resulting from the application of the adhesive ratio of glyoxalated tannin-based bio-polyurethane.

The process of making glyoxalated tannin bio-polyurethane adhesive is carried out using a concentrated extract from mangium bark tannin with eight formulas consisting of different ratios of Glyoxalated Tannin: DMC: HMTA and each formula is added with MDI starting from 0%-25%. Tannin extract is obtained from mangium bark extraction using the hot water maceration method. The adhesive was made by first reacting tannin with NaOH 20% at a temperature of 80 °C, then adding glyoxal 40% and heating it for 1 hour. Next, the solution was reacted with DMC at 80 °C for 2 hours until homogeneous. After homogenizing the DMC glyoxal tannin, HMTA was added at 70 °C for 1 hour. The formed glyoxalated tannin-based bio-NIPU adhesive was then reacted with MDI in different variations. The results of FTIR analysis of liquid and solid adhesives show functional groups at the absorption peaks, which indicate the presence of urethane groups. The type of formula and cross-linker agent significantly influence the viscosity, solids content, cohesion, and weight loss of the adhesive. Some of the physical and mechanical properties of the plywood produced still do not meet SNI 01-5008-7 1999. However, the glyoxalated tannin-based bio-polyurethane adhesive can produce better adhesive strength properties than commercial polyurethane adhesives. The research results show that the glyoxalated tannin-based bio-polyurethane adhesive can be used as an adhesive for plywood.

Key words: adhesives, bio polyurethane, glyoxalated tannin, tannin extract

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



KARAKTERISTIK RESIN BIO-POLIURETAN BERBASIS TANIN TERGLIOKSALASI SEBAGAI PEREKAT KAYU LAPIS

DHIMAS PRAMADHANI

Tesis
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Magister pada
Program Studi Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dr. Ir. Deded Sarip Nawawi M.Sc.F.Trop
2. Dr. Arinana S.Hut, M.Si



Judul Tesis : Karakteristik Resin Bio-Poliuretan Berbasis Tanin
Terglioksalasi sebagai Perekat Kayu Lapis
Nama : Dhimas Pramadhani
NIM : E2501231005

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1 :
Dr. Ir. Rita Kartika Sari, M.Si

Pembimbing 2 :
Dr. Mahdi Mubarak, S.Si, M.Si

Pembimbing 3 :
Muhammad Adly Rahandi Lubis, Ph.D

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc
NIP. 196602121991031002

Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:
Prof. Dr. Ir. Naresworo Nugroho, MS
NIP. 196501221989031002

Tanggal Ujian: : 27 SEP 2024

Tanggal Lulus: 30 SEP 2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Bulan Januari 2024 sampai Agustus 2024 ini ialah Pengembangan Perekat Ramah Lingkungan, dengan judul “Karakteristik Resin Bio-Poliuretan Berbasis Tanin Terглиoksalasi sebagai Perekat Kayu Lapis”. Penelitian ini didanai oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN RI) dan didukung oleh kegiatan Rumah Program ORNM BRIN No. 20. III. 10. HK. 2024 yang berjudul Sintesa dan Aplikasi Resin Poliuretan Non-Isosianat Berbasis Tanin sebagai Perekat Kayu Fungsional dan Bebas Formaldehida. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penyusunan tesis ini, diantaranya kepada:

- 1 Dr. Ir. Rita Kartika Sari, M.Si, Dr. Mahdi Mubarak, S.Si, M.Si, dan Muhammad Adly Rahandi Lubis, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengizinkan penulis untuk bergabung dalam penelitian, dan memberi saran pada penulis sejak mengikuti program sinergi S1-S2.
- 2 Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc selaku Ketua Program Studi Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.
- 3 Keluarga besar penulis, Ayah Yuniarto dan Ibu Ida Udariyati, Adik Evan Putra C, dan seluruh keluarga atas doa, kasih sayang, semangat serta dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
- 4 Orang terdekat penulis, Iney, Ajeng Dzakiyyah, Naurotul Husna, Iffah, Tusliha, Eko Budi, seluruh keluarga besar ITHH dan DHH Angkatan 56 yang telah memberikan dukungan, saran dan motivasi kepada penulis.

Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dhimas Pramadhani telah bertahan dalam menyelesaikan tugas sebagai mahasiswa IPB hingga selesai. Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam karya ilmiah ini, penulis berharap dengan keterbatasan tersebut, semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan

Bogor, September 2024

Dhimas Pramadhani

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tanin Kulit Kayu Mangium	4
2.2 Glioksal	5
2.3 Perekat Poliuretan	5
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Penelitian	7
3.4 Analisis Data	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Karakteristik Ekstrak Tanin	16
4.2 Karakteristik Bahan Baku	17
4.3 Karakteristik Perekat Bio-Poliuretan Tanin Terglioksalasi	19
4.4 Karakteristik Kayu Lapis	30
4.5 Penentuan Formula Optimal	38
IV SIMPULAN DAN SARAN	39
4.1 Simpulan	39
4.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	48
RIWAYAT HIDUP	56



DAFTAR TABEL

1	Formula perekat bio-poliuretan berbasis tanin terglioksalasi	10
2	Komposisi bahan penyusun formula perekat	10
3	Standar kayu lapis berdasarkan standar SNI dan JAS	14
4	Karakteristik ekstrak tanin kulit kayu mangium	16
5	Karakteristik bahan baku perekat bio-poliuretan tanin terglioksalasi	17
6	pH perekat bio-poliuretan tanin terglioksalasi	20
7	Kerusakan kayu lapis	37
8	Penilaian formula optimal perekat	38

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur molekul tanin	4
2	Reaksi tanin dengan glioksal (tanin terglioksalasi)	5
3	Reaksi pembentukan perekat Bio-NIPU tanin terglioksalasi	6
4	Kenampakan bahan baku	17
5	Gugus fungsi bahan baku	18
6	Perekat bio-poliuretan tanin terglioksalasi	20
7	Sifat reologi perekat	21
8	Modulus relaksasi perekat	23
9	Kadar padatan perekat bio-poliuretan tanin terglioksalasi.	24
10	Gugus fungsi perekat	25
11	Analisis Morfologi Perekat	27
12	Kehilangan berat perekat	29
13	pH hidrolisat	30
14	Kadar air kayu lapis	31
15	Kerapatan kayu lapis	32
16	Delaminasi kayu lapis	33
17	Kenampakan delaminasi kayu lapis	34
18	Keteguhan rekat kayu lapis	35
19	Kurva <i>stress strain</i>	36