

# Pengembangan Perekat Alam untuk Penyambung Artefak Tahap II

Leliek Agung Haldoko, Iskandar M. Siregar, Yudi Suhartono,

Linus Setyo Adidhuto, Ajar Priyanto

Balai Konservasi Borobudur

Email : leliek\_agung@yahoo.co.id

**Abstrak :** Salah satu Cagar Budaya berbahan kayu adalah artefak. Faktor fisik maupun mekanik dapat menyebabkan artefak menjadi retak atau patah. Untuk menyambung fragmen-fragmen yang patah tentunya dibutuhkan perekat. Perekat yang diuji dalam kajian ini meliputi perekat dari bahan tanin dan gondorukem.

Perekat dari tanin dan gondorukem dikombinasikan dengan berbagai macam pelarut. Untuk bahan tanin digunakan pelarut acetone, etanol dan *formaldehyde*, sedangkan untuk bahan gondorukem digunakan pelarut thinner, minyak cat dan toluol. Pengujian daya tahan perekat dilakukan dengan siklus yang terdiri dari 3 (tiga) perlakuan, yaitu menempatkan sampel kayu yang direkat pada suhu 50°C, pada kondisi kelembaban 95% dan pada suhu kamar. Untuk pengujian kekuatan perekat dilakukan dengan pengujian kualitatif kekuatan rekat dengan beban statis dan pengujian kuat geser.

Pengujian daya tahan perekat diperoleh hasil bahwa perekat dengan bahan tanin-acetone dan tanin-etanol tidak tahan terhadap kondisi kelembaban udara yang tinggi dan memiliki daya rekat yang rendah. Hal ini diketahui setelah dilakukan pengujian kualitatif dengan menggunakan beban statis.

Berdasarkan pengujian kuat geser diperoleh hasil bahwa perekat gondorukem-toluol memiliki daya rekat paling besar, yaitu 14,83 kg/cm<sup>2</sup>; berturut-turut selanjutnya tanin-*formaldehyde* 9,95 kg/cm<sup>2</sup>; gondorukem-thinner 9,52 kg/cm<sup>2</sup>; dan gondorukem-minyak cat 4,81 kg/cm<sup>2</sup>.

Kata kunci : perekat alam, perekat kayu, artefak kayu, tanin, gondorukem

**Abstract :** Artefact is one of wooden cultural heritage, which can crack or brake because of mechanical or physical factors. In order to repair the cracked or broken fragments, adhesive materials are needed. Tannin and gondorukem are known for their adhesive character, but they need to be tested scientifically.

Adhesive from tannin and gondorukem is combined with various solvents. For tannin material, acetone solvent, ethanol and formaldehyde are used, while thinner solvent, paint oil and toluol are used for gondorukem materials. The test of adhesive endurance is carried out with a cycle consisting of 3 (three) treatments, placing a sample of wood that is sealed at 50°C temperature, at 95% humidity conditions and at room temperature. The adhesive strength testing is carried out by testing the adhesive strength with static load and shear strength testing.

Based from the adhesive endurance test, it was found that adhesive with tannin-acetone and tannin-ethanol were not resistant to high air humidity and the solvent have very low adherence after being tested using a static load. Based on the shear strength test, the result shows that the gondorukem-toluol adhesive has the greatest adhesion 14,83 kg/cm<sup>2</sup>; and for the next are subsequently tanin-formaldehyde 9,95 kg/cm<sup>2</sup>; gondorukem-thinner 9,52 kg/cm<sup>2</sup>; and gondorukem-paint oil 4,81 kg/cm<sup>2</sup>.

Keywords : natural adhesives, wood adhesives, wooden artifacts, tannin, gondorukem

## I. Latar Belakang

### 1.1. Latar Belakang

Cagar Budaya merupakan salah satu kekayaan budaya bangsa yang penting artinya bagi pemahaman dan pengembangan sejarah, ilmu pengetahuan dan kebudayaan, sehingga penting untuk dijaga kelestariannya. Cagar budaya di Indonesia tersusun atas berbagai jenis material, antara lain kayu. Cagar budaya berbahan kayu salah satunya adalah berupa artefak.

Kayu merupakan benda organik sehingga dapat

mengalami kerusakan dan pelapukan yang disebabkan oleh faktor mekanik, biologi, fisik dan lingkungan. Faktor fisik dan mekanik dapat menyebabkan kerusakan berupa retak maupun patah. Untuk menyambung fragmen-fragmen yang patah tentunya dibutuhkan perekat.

*Adhesive* atau lem atau juga sering disebut perekat merupakan suatu bahan yang digunakan untuk menyatukan dua benda yang sejenis, maupun yang tidak sejenis bersama dengan aksi permukaan, sehingga kedua benda tersebut bisa bertahan

terhadap aksi pemisahan (Suryana, 2013).

Perekat sintesis seperti urea formaldehida, fenol formaldehida dan melamin formaldehida memiliki kelemahan, antara lain adalah ketersediaan sumber bahan baku perekat yang semakin berkurang dan timbulnya emisi formaldehida dari produk material hasil perekatan terhadap lingkungan. Emisi formaldehida dapat menyebabkan gejala pusing, sakit kepala dan insomnia (Umemura, 2006)

Perekat alam diharapkan dapat memberikan alternatif yang dapat digunakan untuk penyambungan artefak kayu. Selain mudah didapat dan harganya relatif murah, perekat alam juga lebih ramah lingkungan dan ketersediaannya cukup banyak serta dapat diperbaharui. Sebelum diaplikasikan pada sebuah Cagar Budaya, tentunya perekat harus diteliti terlebih dahulu untuk mengetahui daya rekat, efektivitas, serta kelebihan dan kekurangannya. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian pengembangan perekat alam untuk penyambungan artefak kayu.

Pada tahun 2015, Balai Konservasi Borobudur mulai melakukan kajian terhadap perekat alam untuk penyambungan artefak kayu. Bahan-bahan yang dipakai berasal dari hewan maupun tumbuhan, yaitu *anchor*, gelatin, tanin, *dextrin* dan gondorukem. Hasil dari kajian tersebut, bahan-bahan yang diuji memiliki karakteristik yang berbeda dari segi kenampakan (visual), derajat keasaman (pH), berat jenis, waktu pengeringan dan daya rekat. Pada tahun 2016, kajian hanya menitikberatkan pada 2 (dua) jenis bahan perekat, yaitu tanin dan gondorukem. Pemilihan tanin dan gondorukem didasarkan pada kajian sebelumnya, yang menunjukkan bahwa kedua bahan ini tidak ditumbuhi jamur selama proses pengeringannya, baik ketika diaplikasikan terhadap kayu maupun pada sisa bahan perekat yang tidak terpakai. Selain itu, kedua bahan ini mudah untuk diperoleh ataupun dibuat sendiri. Pengujian kedua bahan ini dikembangkan pada pencampuran dengan beberapa macam pelarut untuk mendapatkan daya tahan dan kekuatan rekat yang optimal.

## 1.2 Metode

Bahan-bahan yang digunakan dalam kajian ini antara lain: serbuk tanin, gondorukem, etanol, acetone,

*formaldehyde*, tiner, minyak cat, toluol, aquadest dan sampel kayu jati. Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah: gelas beker, cawan petri, kompor listrik, spatula, timbangan, oven, inkubator dan *universal testing machine*.

Tahap pertama yang dilakukan adalah studi pustaka untuk mencari data sekunder yang dapat menunjang kajian ini. Selanjutnya dilakukan percobaan laboratorium yang meliputi:

a. Pembuatan perekat dari bahan alam

Perekat berasal dari bahan tanin dan gondorukem. Pelarut yang dipakai untuk tanin, yaitu etanol, acetone dan *formaldehyde*. Sedangkan pelarut yang dipakai untuk gondorukem adalah tiner, minyak cat dan toluol. Perbandingan bahan dan pelarut adalah 1:1, masing-masing 20 gram untuk bahan dan 20 ml untuk pelarut.

b. Persiapan kayu yang direkat

Kayu jati digunakan sebagai media perekatan, karena banyak artefak yang berbahan kayu jati. Ada dua jenis sampel kayu yang digunakan. Sampel 1, kayu dipotong berbentuk balok dengan ukuran 3x 1,5 x 5,5cm. Selanjutnya balok kayu dibelah menjadi dua bagian dengan ukuran 1,5 x 1,5 x 5,5 cm, dan permukaannya diampelas sampai halus. Sampel 2, kayu dipotong berbentuk balok dengan ukuran 15 x 7 x 4cm. Selanjutnya kayu dipotong di bagian tengah dengan kemiringan 45° sehingga terbagi menjadi dua bagian sama besar.

Balok kayu dikeringkan secara alami sampai kadar air  $\pm 15\%$ . Selanjutnya dilakukan pengukuran panjang dan lebar permukaan yang akan direkat secara teliti menggunakan jangka sorong. Bagian permukaan dioles dengan perekat pada kedua sisinya secara merata, kemudian direkatkan sampai tersambung sempurna dan dibiarkan mengering secara alami.

c. Pengujian daya tahan perekat (*aging test*)

Pengujian daya tahan perekat dilakukan dengan siklus yang terdiri dari 3 (tiga) perlakuan, yaitu menempatkan sampel kayu yang direkat pada suhu 50°C, pada kondisi kelembaban 95% dan pada suhu kamar. Pengujian ini didasari pada kondisi suhu dan kelembaban udara yang

ekstrim yang terjadi pada lokasi penyimpanan artefak kayu. Penempatan pada suhu 50°C dilakukan dalam oven, sedangkan untuk kondisi kelembaban 95% ditempatkan pada inkubator. Setiap perlakuan dalam 1 (satu) siklus dilakukan selama 24 jam dengan jumlah keseluruhan sebanyak 10 siklus. Pengujian ini bertujuan untuk melihat ketahanan sampel kayu yang telah direkatkan setelah melewati siklus tersebut.

d. Pengujian kekuatan rekat

1) Pengujian kualitatif kekuatan rekat dengan beban statis

Metode ini merupakan pengujian secara kualitatif untuk membandingkan kekuatan perekat pada sampel kayu yang diberikan pemberat dalam posisi diam. Pengujian berturut-turut dilakukan tanpa memberikan pemberat, kemudian dengan pemberat masing-masing 0,5 kg; 1 kg; 1,5 kg dan 2 kg. Lama waktu pengujian adalah sebagai berikut :

Pemberat	Waktu
Tanpa Pemberat	168 jam (7hari)
0,5 kg	48 jam (2 hari)
1 kg	48 jam (2 hari)
1,5 kg	48 jam (2 hari)
2 kg	168 jam (7 hari)

Sampel yang lolos pengujian secara kualitatif (perekat tidak lepas sampai pengujian dengan pemberat 2 kg selama 7 hari) akan dilanjutkan dengan pengujian kuat geser

2) Pengujian kuat geser

Pengujian kuat geser perekat dilakukan dengan menguji sampel kayu yang direkat dengan alat *universal testing machine*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan perekatan masing-masing bahan yang dibuat dengan macam-macam pelarut.

Data yang didapatkan selanjutnya dilakukan analisis dan komparasi antar bahan untuk mengetahui jenis bahan dan pelarut yang menghasilkan daya tahan dan daya rekat yang paling optimal.



Gambar 1. Perekat dari tanin dan gondorukem



Gambar 2. Sampel kayu sebelum dilakukan perekatan

Tabel 1. Pengkodean sampel kayu yang direkat

Sampel kayu yang direkat		
Kode	Bahan	Pelarut
1A1-1A2		Etanol
1B1-1B2		
1C1-1C2		
2A1-2A2	Tanin	Aceton
2B1-2B2		
2C1-2B2		
3A1-3A2		Formaldehyde
3B1-3B2		
3C1-3C2		
1D1-1D2		Tiner
1E1-1E2		
1F1-1F2		
2D1-2D2	Gondorukem	Minyak cat
2E1-2E2		
2F1-2F2		
3D1-3D2		Toluol
3E1-3E2		
3F1-3F2		

## II. Pembahasan

### 2.1. Percobaan Perekatan

Percobaan pembuatan perekat dari tanin, pada waktu yang bersamaan langsung dapat diaplikasikan pada kayu. Perekat dari gondorukem relatif berbentuk cair dan membutuhkan waktu untuk dapat diaplikasikan pada sampel.

Perekat diaplikasikan pada sampel kayu untuk pengujian daya tahan perekat, pengujian kualitatif kekuatan rekat dengan beban statis dan kuat geser.

### 2.2. Pengujian Daya Tahan Perekat (*Aging Test*)

Pengujian daya tahan perekat ini dilakukan sebanyak 10 siklus. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini:

**Tabel 2. Pengujian Daya Tahan Perekat**

Siklus	Perlakuan	Kondisi Perekatan
Siklus 1	Temperatur 50°C	6 perekat dalam kondisi baik
	Kondisi ruangan	6 perekat dalam kondisi baik
	Kelembaban 95%	2 perekat lepas (tanin+etanol, tanin+aseton)
Siklus 2	Temperatur 50°C	4 perekat dalam kondisi baik
	Kondisi ruangan	4 perekat dalam kondisi baik
	Kelembaban 95%	4 perekat dalam kondisi baik
Siklus 3	Temperatur 50°C	4 perekat dalam kondisi baik
	Kondisi ruangan	4 perekat dalam kondisi baik
	Kelembaban 95%	4 perekat dalam kondisi baik
Siklus 4	Temperatur 50°C	4 perekat dalam kondisi baik
	Kondisi ruangan	4 perekat dalam kondisi baik
	Kelembaban 95%	4 perekat dalam kondisi baik
Siklus 5	Temperatur 50°C	4 perekat dalam kondisi baik
	Kondisi ruangan	4 perekat dalam kondisi baik
	Kelembaban 95%	4 perekat dalam kondisi baik
Siklus 6	Temperatur 50°C	4 perekat dalam kondisi baik
	Kondisi ruangan	4 perekat dalam kondisi baik
	Kelembaban 95%	4 perekat dalam kondisi baik
Siklus 7	Temperatur 50°C	4 perekat dalam kondisi baik
	Kondisi ruangan	4 perekat dalam kondisi baik
	Kelembaban 95%	4 perekat dalam kondisi baik
Siklus 8	Temperatur 50°C	4 perekat dalam kondisi baik
	Kondisi ruangan	4 perekat dalam kondisi baik
	Kelembaban 95%	4 perekat dalam kondisi baik
Siklus 9	Temperatur 50°C	4 perekat dalam kondisi baik
	Kondisi ruangan	4 perekat dalam kondisi baik
	Kelembaban 95%	4 perekat dalam kondisi baik
Siklus 10	Temperatur 50°C	4 perekat dalam kondisi baik
	Kondisi ruangan	4 perekat dalam kondisi baik
	Kelembaban 95%	4 perekat dalam kondisi baik

Keterangan : kondisi baik berarti perekat tidak lepas dan masih merekat kuat



Gambar 3. Sampel kayu yang direkat ditempatkan dalam oven dengan temperatur 50°C



Gambar 4. Sampel kayu yang direkat ditempatkan dalam inkubator dengan kelembaban 95%



Gambar 5. Kondisi sampel kayu yang direkat pada pengujian daya tahan setelah 10 siklus

Pengujian daya tahan perekat menunjukkan bahwa sampel kayu yang direkatkan menggunakan tanin dengan pelarut etanol dan acetone terlepas pada siklus pertama. Perekat terlepas ketika diberikan perlakuan dengan ditempatkan pada kelembaban 95% dalam inkubator. Hal ini menunjukkan bahwa perekat dari tanin dengan pelarut etanol dan acetone tidak mampu bertahan pada kelembaban yang tinggi. Kondisi yang lain pada siklus pertama, sampel kayu yang direkatkan dengan perekat yang lain masih dalam kondisi baik.

Sampai dengan siklus ke-10, 4 (empat) sampel kayu yang direkat masih dalam kondisi baik. Tidak ada sampel kayu yang terlepas pada setiap jenis perlakuan.

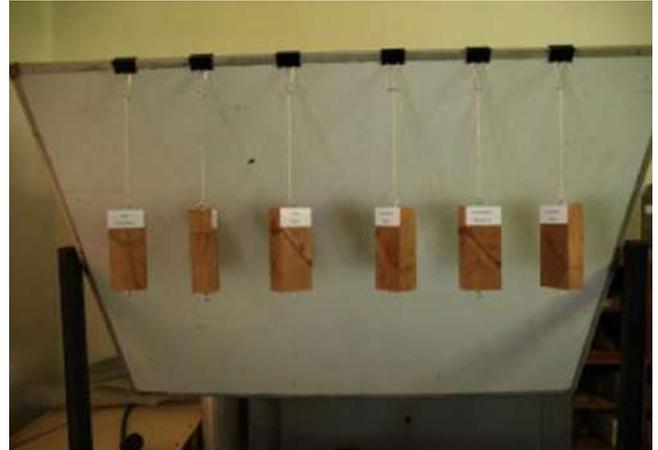
Hal ini menunjukkan bahwa perekat tanin dengan pelarut *formaldehyde* dan perekat gondorukem dengan pelarut tiner, minyak cat dan toluol dapat bertahan pada fluktuasi suhu dan kelembaban udara yang tinggi.

### 2.3. Pengujian Kekuatan Perekat

1. Pengujian kualitatif kekuatan rekat dengan beban statis

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kekuatan perekat ketika diberikan beban dengan berat tertentu. Selain itu, perekat juga dilakukan pengujian kuat geser dengan alat *universal testing machine*. Mula-mula sampel kayu yang direkatkan dipasang pengait pada sisi atas dan bawah. Pengait di bagian atas dipakai untuk menggantung sampel yang direkat pada papan, sedangkan pengait di bagian bawah dipakai untuk menggantung pemberat pada sampel yang direkat.

Pada Gambar 6 terlihat sampel kayu yang direkatkan digantung pada papan tanpa diberikan tambahan pemberat. Pengujian ini dilakukan



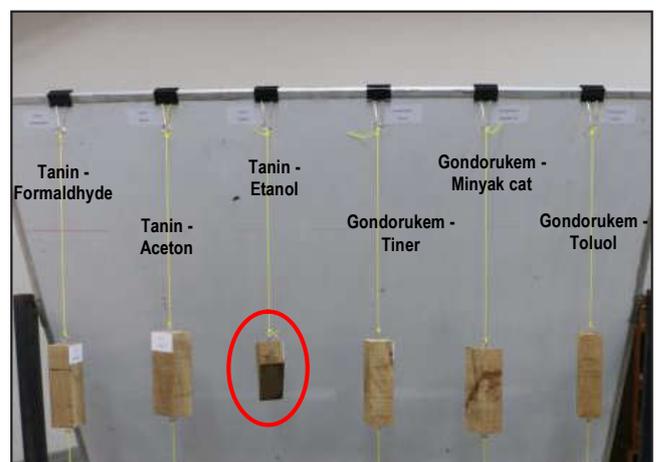
Gambar 6. Sampel kayu yang direkat digantung pada papan, berturut-turut dari kiri ke kanan: tannin-formaldehyde, tannin-aceton, tannin-etanol, gondorukem-tiner, gondorukem-minyak cat, gondorukem-toluol

selama 7 hari untuk mengetahui kekuatan perekat terhadap beban kayu itu sendiri. Pada pengujian ini sampel kayu yang direkatkan dengan tanin dan pelarut etanol lepas pada hari ke-7, sedangkan 5 (lima) sampel yang lain masih bertahan dan dilanjutkan dengan pengujian selanjutnya.

Pengujian selanjutnya terhadap 5 (lima) sampel kayu yang masih bertahan diberikan tambahan pemberat. Pemberat yang dipakai adalah batu andesit dengan berat 0,5 kg; 1 kg; 1,5 kg dan 2 kg. Pengujian untuk pemberat 0,5 kg; 1 kg dan 1,5 kg dilakukan selama 2 hari (48 jam), sedangkan untuk pemberat 2 kg dilakukan selama 7 hari. Sampel kayu yang lolos pengujian dengan pemberat 0,5 kg akan berlanjut untuk pengujian dengan pemberat 1 kg, dan seterusnya sampai



Gambar 5. Sampel kayu yang direkat dipasang pengait di bagian atas dan bawah



Gambar 7. Sampel kayu yang direkat dengan tanin+etanol lepas sebelum diberi tambahan pemberat pada hari ke-7

dengan pemberat 2 kg.

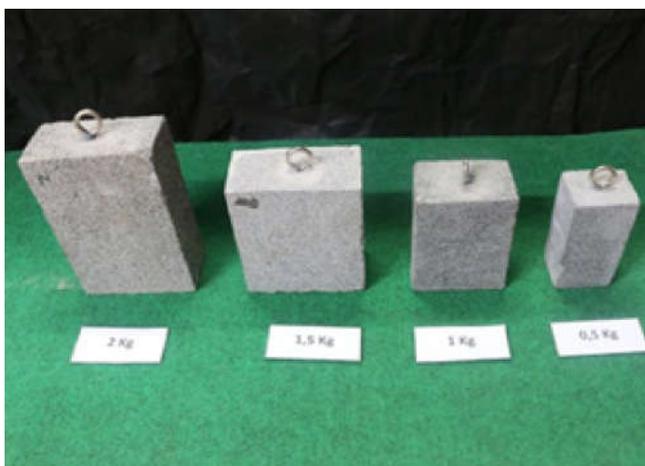
Hasil pengujian dengan pemberat 0,5 kg selama 2 hari, 5 (lima) sampel kayu yang direkat masih bertahan. Tidak ada sampel yang lepas selama pengujian ini, dan pengujian dilanjutkan dengan pemberat 1 kg.

Hasil pengujian dengan pemberat 1 kg selama 2 hari, pada hari ke-1, 5 (lima) sampel kayu yang direkatkan masih bertahan. Pada hari ke-2 sampel kayu yang direkat dengan tanin dan aceton terlepas, sedangkan 4 (empat) sampel yang lain masih bertahan. Selanjutnya 4 (empat) sampel yang masih bertahan dilakukan pengujian dengan pemberat 1,5 kg.

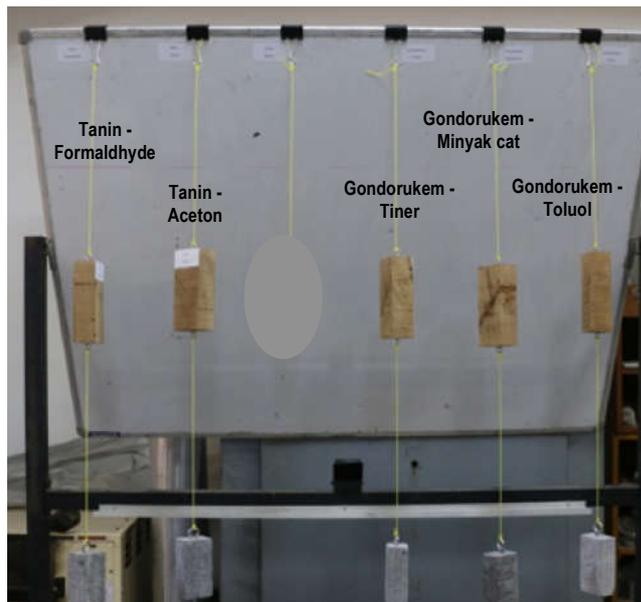
Pada pengujian dengan pemberat 1,5 kg selama 2 hari, 4 (empat) sampel kayu yang direkat masih bertahan. Tidak ada sampel yang terlepas selama pengujian ini, dan selanjutnya pengujian dilakukan dengan pemberat 2 kg.



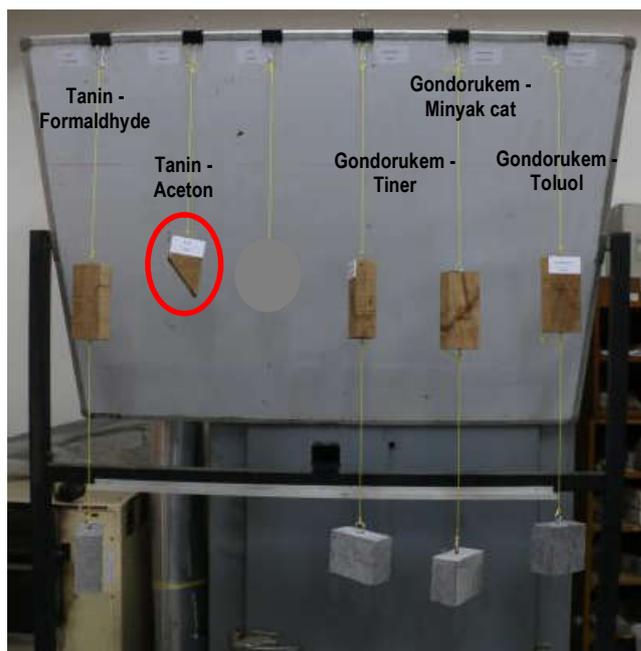
Gambar 8. Pembuatan pemberat dari andesit



Gambar 9. Pemberat dari andesit dengan berat 2 kg; 1,5 kg; 1 kg; 0,5 kg



Gambar 10. Pengujian kekuatan perekat dengan pemberat 0,5 kg, tidak ada sampel yang lepas (lima sampel bertahan)

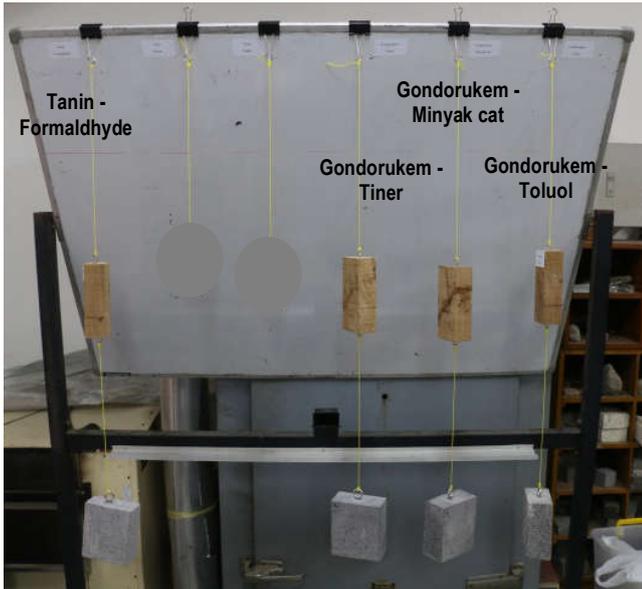


Gambar 11. Pengujian kekuatan perekat dengan pemberat 1 kg, sampel kayu yang direkat dengan tannin dan acetonlepas.

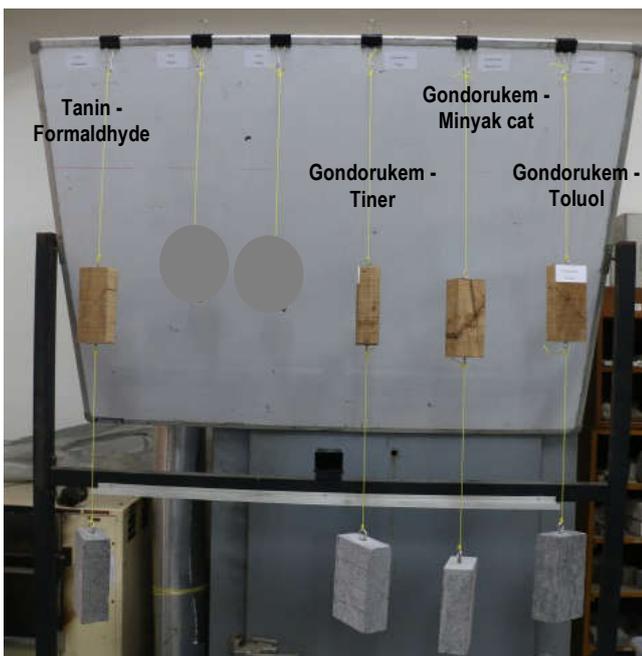
Pada pengujian dengan pemberat 2 kg selama 7 hari, 4 (empat) sampel kayu yang direkatkan masih bertahan. Selanjutnya perekat yang masih bertahan dilakukan pengujian kuat geser.

## 2. Pengujian kuat geser

Pengujian kuat geser perekat dilakukan dengan 2 cara, yaitu perekat diposisikan pada kemiringan 90° dan 45°. Pengujian kuat geser dengan kemiringan sambungan 90°, sampel

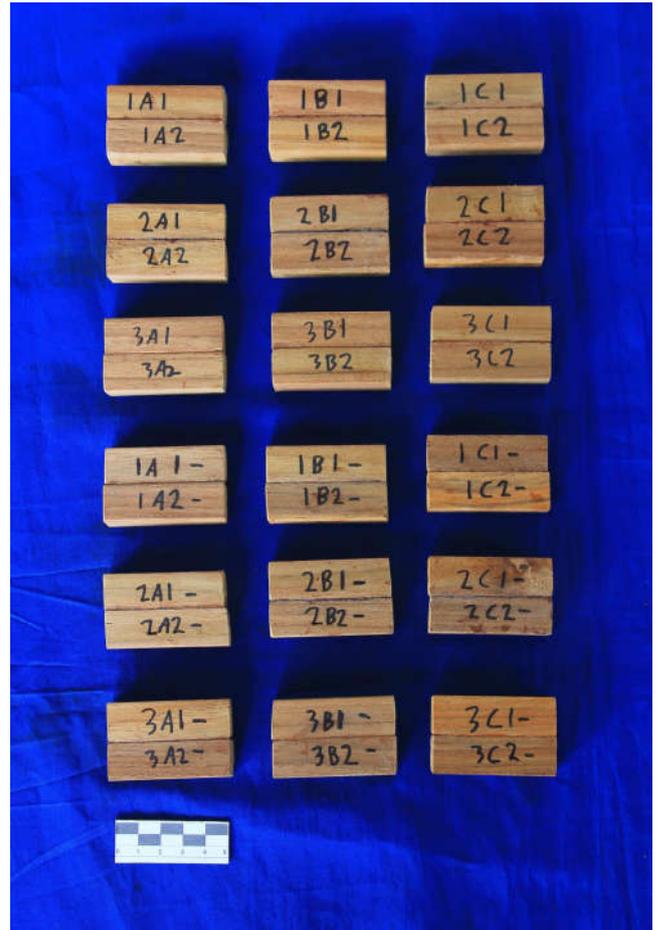


Gambar 12. Pengujian kekuatan perekat dengan pemberat 1,5 kg, tidak ada sampel yang lepas (empat sampel bertahan)



Gambar 13. Pengujian kekuatan perekat dengan pemberat 2 kg selama 7 hari, tidak ada sampel yang lepas (empat sampel bertahan)

yang digunakan berukuran 5,5cm x 1,5cm x 1,5cm yang direkatkan dengan sampel yang berukuran sama pada posisi memanjang, sehingga sampel ukuran sampel menjadi 5,5cm x 3cm x 1,5 cm. Sedangkan untuk pengujian kuat geser dengan kemiringan sambungan 45°, sampel yang digunakan berukuran 15cm x 7cm x 4cm yang dipotong menjadi 2 bagian pada arah memanjang dengan kemiringan 45° untuk kemudian direkatkan.



Gambar 14. Sampel untuk pengujian kuat geser dengan kemiringan 90°



Gambar 15. Sampel untuk pengujian kuat geser dengan kemiringan 45°

Pengujian sampel dengan kemiringan sambungan 90° menggunakan pasangan alat yang dipakai untuk pengujian perekat yang dihubungkan dengan UTM (*Universal Testing Machine*). Prinsip kerja dari pengujian ini adalah salah satu sisi kayu yang direkatkan ditahan dengan penjepit, sementara sisi lainnya dalam kondisi bebas. Sisi

yang bebas kemudian ditekan dengan balok besi yang telah dihubungkan dengan UTM sampai terlepas. Nilai kuat geser dihitung dari beban yang diterima ketika sambungan kayu terlepas (kg) dibagi dengan luas penampang yang direkat (cm<sup>3</sup>). Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{P}{A}$$

keterangan :

C = kuat geser perekat (kg/cm<sup>2</sup>)

P = beban yang diterima (kg)

A = luas permukaan bidang yang direkat (cm<sup>2</sup>)

Pengujian sampel dengan kemiringan sambungan 45° menggunakan alat UTM dengan prinsip kerja seperti pada pengujian kuat tekan. Dua fragmen kayu yang telah direkatkan secara diagonal dengan sudut 45°, ditekan dengan alat UTM hingga sambungan terlepas. Nilai kuat geser dihitung dari beban yang diterima ketika sambungan kayu terlepas (kg) dibagi dengan luas penampang yang direkat (cm<sup>3</sup>) kemudian dikalikan dengan cos 45°. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{P \times \cos 45^\circ}{A}$$

keterangan :

C = kuat geser perekat (kg/cm<sup>2</sup>)

P = beban yang diterima (kg)

A = luas permukaan bidang yang direkat (cm<sup>2</sup>)

Hasil pengujian kuat geser terhadap seluruh sampel perekat dengan kemiringan 90° tidak dapat dibaca oleh alat UTM. Hal tersebut dapat disebabkan karena skala kekuatan UTM yang digunakan terlalu



Gambar 16. Pengujian kuat geser perekat dengan kemiringan 90°

besar. Begitu pula untuk sampel pembanding yang diuji menggunakan perekat pabrik juga tidak terbaca. Sedangkan untuk pengujian kuat geser perekat dengan kemiringan 45° didapatkan hasil seperti pada Tabel 3. Berdasarkan pada percobaan yang telah dilakukan, pengujian kekuatan perekat masih perlu dilakukan pengujian kuat geser pada kemiringan 90° dengan alat yang memiliki skala kekuatan yang rendah. Selain itu, diperlukan juga pengujian kuat tarik perekat.

### III. Penutup

#### 3.1. Kesimpulan

1. Dari pengujian daya tahan, perekat tanin dengan pelarut formaldehide dan perekat gondorukem dengan pelarut tiner, minyak cat dan toluol mampu bertahan pada fluktuasi suhu dan kelembaban udara yang tinggi. Sedangkan perekat tanin dengan pelarut etanol dan acetone akan terlepas pada kondisi kelembaban udara yang tinggi.
2. Dari hasil pengujian kualitatif kekuatan rekat dengan beban statis, perekat dari tanin dengan

Tabel 3. Kuat geser perekat pada kemiringan 45°

No	Bahan	Pelarut	Kuat geser (kg/cm <sup>2</sup> )	Keterangan
1	Tanin	Etanol	-	Tidak dilakukan pengukuran karena tidak lolos pengujian beban statis
2	Tanin	Aceton	-	
3	Tanin	Formaldehide	9,95	
4	Gondorukem	Tiner	9,52	
5	Gondorukem	Minyak cat	4,81	
6	Gondorukem	Toluol	14,83	

pelarut etanol dan acetone tidak direkomendasikan karena kekuatannya sangat rendah.

3. Hasil pengujian kuat geser perakat dengan kemiringan 90°, semua sampel yang diuji tidak terbaca oleh alat. Hal ini mungkin disebabkan karena skala kekuatan UTM yang dipakai terlalu besar untuk sampel yang diuji.
4. Hasil pengujian kuat geser perakat pada kemiringan 45°, perakat gondorukem dengan pelarut toluol memiliki kekuatan yang paling

tinggi (14,83 kg/cm<sup>2</sup>). Berturut-turut dibawahnya adalah perakat tanin dengan pelarut formaldehide (9,95 kg/cm<sup>2</sup>), gondorukem dengan pelarut tiner (9,52 kg/cm<sup>2</sup>) dan gondorukem dengan pelarut minyak cat (4,81 kg/cm<sup>2</sup>).

5. Perlu dilakukan pengujian kuat geser perakat pada kemiringan 90° dengan alat yang memiliki skala kekuatan yang rendah dan juga masih perlu dilakukan pengujian kuat tarik perakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hartomo, A.J., Rusdiharsono, A., Hardjanto, D., 1992, *Memahami Polimer dan Perakat*, Yogyakarta.
- Ningsih, Elya, 2015, *Pengaruh Subu Kempa dan Komposisi Perakat Asam Sitrat- Pati Terhadap Sifat Fisika Mekanika Papan Partikel Bambu Petung*. Skripsi. Fakultas Kehutanan UGM ([http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=review&sub=review&act=view&typ=html&buku\\_id=78976&obyek\\_id=4&unitid=1&jenis\\_id=](http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=review&sub=review&act=view&typ=html&buku_id=78976&obyek_id=4&unitid=1&jenis_id=))
- Nugraha, Adi. & Nirma Noermala, 2013, *Pemanfaatan Lignin Hasil Proses Delignifikasi Pulp dari Kulit Buah Kakao sebagai Perakat*. Penelitian. UPN Veteran, Jawa Timur.
- Santoso, A, 2003, *Pemanfaatan Lignin dan Tanin sebagai Alternatif Substitusi Bahan Perakat Kayu Komposit*. Prosiding Simposium Nasional Polimer V. Pusat Pengembangan dan Penelitian Hasil Hutan, Bogor. (<http://digilib.batan.go.id/e-prosiding/File%20Prosiding/Kimia/Polimer-V2005/Adisantoso155.pdf>)
- Suryana, D., 2013, *Cara Membuat Lem*, Dayat Suryana, Bandung.
- Umemura, K. 2006. *Wood-based materials and wood adhesives: Recent trend in Japan* : Makalah Wood Science School di UPT Biomaterial LIPI, Cibonong.