

# EFEKTIVITAS TEPUNG TEH DAN TEPUNG AMPAS TEH SEBAGAI FILLER PHENOL-FORMALDEHYDE RESIN TERHADAP KUALITAS PLYWOOD

Ellysa Rahma Afrillia<sup>1</sup>, Balgis Sulha<sup>1</sup>, Sandra Santosa<sup>1</sup>, Prayitno<sup>1</sup>, Any Sulistio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia

<sup>2</sup> PT Pamolite Adhesive Industry, Jl. Brantas Km. 1, Probolinggo 67221, Indonesia

[ellysarahmaa@gmail.com](mailto:ellysarahmaa@gmail.com) ; [[prayitno@polinema.ac.id](mailto:prayitno@polinema.ac.id)]

## ABSTRAK

Hasil polimerisasi kondensasi antara *phenol* dengan *formaldehyde* disebut *phenol-formaldehyde resin* yang diaplikasikan untuk merekatkan lapisan *veneer* pada kayu lapis kelas eksterior. Bahan pengisi atau *filler* ditambahkan pada *phenol-formaldehyde resin* untuk meningkatkan keteguhan rekatnya. Bahan ini biasanya mengandung selulosa. Ditinjau dari kandungan selulosa yang cukup besar pada teh 34% dan ampas teh 43,87%, maka digunakan kedua bahan tersebut sebagai alternatif bahan pengisi (*filler*). Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi pengaruh kadar *filler* tepung teh dan tepung ampas teh terhadap viskositas *phenol-formaldehyde resin* serta pengaruhnya terhadap kualitas *plywood*. Penelitian dilakukan menggunakan metode pengempaan dingin selama 30 menit dan pengempaan panas dengan suhu 125°C selama 330 detik. Variabel tetap yang digunakan yaitu jenis *veneer* berupa kayu meranti, *phenol-formaldehyde resin* sebagai perekat, dan waktu pengadukan selama 5 menit. Sedangkan, variabel bebas yang digunakan adalah tepung ampas teh dan tepung teh sebagai *filler* dengan kadar 12,5% dan 6%. Efektivitas penambahan *filler* dinilai dari hasil analisis *bonding strength* dan delaminasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar *filler* yang ditambahkan dapat meningkatkan viskositas campuran. Hasil *bonding strength* dan delaminasi menunjukkan bahwa tepung ampas teh dan tepung teh telah memenuhi JAS dengan nilai rata-rata tepung ampas teh yang lebih besar baik pada *range* viskositas 20-30 Poise (kadar *filler* 12,5%) dan 6-10 Poise (kadar *filler* 6%). Sehingga, tepung teh dan tepung ampas teh dapat dijadikan sebagai *filler phenol-formaldehyde resin*.

**Kata kunci:** *filler, phenol-formaldehyde resin, plywood meranti, tepung ampas teh, tepung teh*

## ABSTRACT

The product of polymerizing phenol condensation with formaldehyde is phenol-formaldehyde resin, which is used to join layers of exterior grade veneer. To improve the adhesive quality, phenol-formaldehyde resin needs to be added fillers that usually contain cellulose. Judging from the large cellulose content in tea 34% and tea grounds 43.87%, these two ingredients were used as the filler alternative. The objectives of the study are to identify the effect of filler levels of tea flour and tea dregs flour on the viscosity of phenol-formaldehyde resin and its effect on plywood quality. The study was using cold pressing method for 30 minutes and hot pressing with a temperature of 125°C (330 seconds). The fixed variables used are meranti wood as veneer, phenol-formaldehyde resin as an adhesive, and 5 minutes stirring time. Meanwhile, the independent variables used were tea grounds flour and tea flour as fillers with levels of 12.5% and 6%. The effectiveness of adding fillers was assessed from bonding strength and delamination. The results of the study showed that the added filler levels could increase the viscosity of the mixture. The results of bonding strength and delamination showed that tea dregs flour and tea flour had met the JAS with a larger average value of tea dregs flour both in the viscosity range of 20-30 Poise (filler content 12,5%) and 6-10 Poise (filler content 6%). So, tea flour and tea grounds can be used as phenol-formaldehyde resin fillers.

**Keywords:** *filler, phenol-formaldehyde resin, meranti plywood, tea dregs flour, tea flour*



## 1. PENDAHULUAN

Hasil polimerisasi kondensasi antara *phenol* dengan *formaldehyde* disebut *phenol-formaldehyde resin* yang digunakan untuk merekatkan lapisan *veneer* seperti papan partikel, kayu lapis kelas eksterior, dan serpihan berorientasi *stranboard* [1]. Perekat ini adalah ketahannya terhadap air dan kuat rekatnya. Bahan pengisi atau *filler* biasanya ditambahkan pada *phenol-formaldehyde resin* untuk meningkatkan keteguhan rekatnya. Bahan pengisi adalah suatu bahan yang dicampurkan pada perekat dengan maksud mengisi ruang-ruang (pori-pori) di permukaan *veneer* atas pertimbangan efisiensi [2]. *Filler* ditambahkan pada perekat dengan tujuan membantu pengontrolan viskositas adonan perekat, menambah sifat lekat basah perekat (*wet tack*), mengurangi pemakaian perekat murni, mengurangi biaya perekatan dan mengurangi kerusakan garis perekat seperti *dry out*, *crazier*, *brittleness* [3]. *Filler* ini biasanya mengandung selulosa karena memiliki ikatan hidrogen antara rantai selulosa yang menyebabkan kekuatan tariknya tinggi [4]. Penelitian Wicaksana dkk (2022), menggunakan tepung eceng gondok, jerami padi, dan batok kelapa dengan kadar 5% sebagai *filler phenol-formaldehyde resin* menghasilkan nilai *bonding strength* yang masih di bawah nilai *Japanese Agricultural Standard* [5]. Sehingga, perlu dicari alternatif *filler* dari bahan lain yang harapannya dapat meningkatkan nilai *bonding strength plywood*. Jika, ditinjau dari kandungan selulosa yang cukup besar pada teh 34% dan ampas teh 43,87%, maka kedua bahan tersebut memiliki potensi besar untuk dijadikan sebagai alternatif *filler*. Namun, penelitian terkait pengaplikasian bahan tersebut sebagai *filler phenol-formaldehyde* masih belum diteliti sedangkan ketersediaannya di Indonesia cukup melimpah [6], [7].

Tanin merupakan senyawa phenol yang terdapat di alam dan dapat diperoleh dari kulit kayu, akar, biji, atau daun tanaman. Senyawa ini dapat dikopolimerisasi dengan *phenol* dan *formaldehyde* membentuk *tanin phenol-formaldehyde* (TFF) untuk aplikasi perekat kayu [8]. Sumardi, dkk (2021) melaporkan bahwa tanin yang berasal dari kulit pohon bakau dapat dibuat perekat tanin formaldehida dengan memberikan nilai lekat basah yang baik [9]. Penggunaan tanin dapat mengurangi penggunaan formalin hingga 51% [10]. Hasil penelitian Yusmaniar, dkk (2019) menggunakan tanin teh pada *phenol-formaldehyde resin* menunjukkan bahwa peningkatan komposisi tanin menyebabkan peningkatan nilai viskositas [11]. Kandungan tannin pada teh sebesar 5-15%, sedangkan ampas teh sebesar 1,35%. Maka dari itu, pada penelitian ini digunakan tepung teh dan ampas teh sebagai *filler phenol-formaldehyde resin*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar *filler* tepung teh dan tepung ampas teh terhadap viskositas *phenol-formaldehyde resin* dan pengaruh jenis *filler* tersebut pada kualitas *plywood* terhadap *bonding strength* dan delaminasi, dan dibandingkan dengan nilai *Japanese Agricultural Standard*.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas tepung teh dan tepung ampas teh sebagai *filler* yang ditambahkan pada *phenol-formaldehyde resin*. Penelitian dilakukan menggunakan metode pengempaan dingin selama 30 menit dan pengempaan panas dengan suhu 125°C selama 330 detik. Variabel tetap yang digunakan yaitu jenis *veneer* berupa kayu meranti, *phenol-formaldehyde resin* sebagai perekat dengan berat tiap sampel sebanyak 200 gram, dan waktu pengadukan 5 menit dengan kecepatan 200 rpm. Sedangkan, variabel bebas

yang digunakan adalah tepung ampas teh dan tepung teh sebagai *filler* dengan kadar 12,5% dan 6%. Efektivitas penambahan *filler* dinilai dari hasil analisis *bonding strength* dan delaminasi, dan dibandingkan dengan nilai *Japanese Agricultural Standard* yang bernilai *bonding strength* sebesar 0,7 N/mm<sup>2</sup> dan delaminasi sebesar 100%.

Metode eksperimen yang digunakan dengan memperoleh data berupa kenaikan nilai viskositas, *bonding strength*, dan delaminasi dengan eksperimen di Laboratorium. Dalam penelitian ini, menggunakan variabel bebas berupa *filler* tepung teh dan tepung ampas teh. Perekat yang digunakan yaitu *phenol-formaldehyde resin* produksi PT Pamolite Adhesive Industry dengan tipe PA-302. PA-302 ini merupakan *phenol-formaldehyde resin* yang digunakan untuk *plywood* tipe WBP (Water and Boil Proof) dengan spesifikasi cairan berwarna merah tua, pH berkisar 10-13, viskositas antara 1,8-2,4 Poise, dan *specific gravity* 1,19-1,20.

### 2.1. Tahapan Preparasi Tepung

Tahap pertama yaitu preparasi tepung dengan menumbuk teh dan ampas teh hingga halus kemudian diayak menggunakan *sieve shaker* dan dipisahkan sesuai dengan formula tepung yang digunakan.

### 2.2. Tahapan Persiapan Veneer

Tahap kedua dilakukan tahap persiapan *veener* yaitu *veener* kayu meranti dengan luas 1 ft × 1 ft dan tebal *veener* 2,7 mm (*core*) 1,4 mm (*back and face*).

### 2.3. Tahapan Persiapan Glue

Tahap ketiga yaitu tahap persiapan *glue*, pada tahap ini dilakukan pencampuran *phenol-formaldehyde resin* dan *filler* dengan menambahkan masing-masing *filler* kedalam *phenol-formaldehyde resin* dan dilakukan proses pengadukan dengan menggunakan *mixer* hingga homogen kemudian di analisis nilai viskositas awal dan kenaikan viskositasnya dengan viskotester setiap 30 menit hingga 2 jam.

### 2.4. Tahapan Pembuatan Plywood

Tahap keempat tahap pembuatan *plywood* dengan menyiapkan *veener* yang sudah diukur luas dan tebalnya kemudian menimbang 18 gram perekat untuk setiap permukaan *core* dan dilaburkan dengan *roll spreader* diatas dan dibawah *core*, kemudian ditempelkan *veener* dengan ketebalan 1,4 mm *face/back* dengan posisi serat berlawanan dengan *core*, selanjutnya dikempa *plywood* (gabungan 3 *veener*) menggunakan *cold press* dengan tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup> selama 30 menit, *plywood* tersebut dibiarkan selama 60 menit (*standing time*), dan diamati kerekatan *plywood*, apakah merekat sempurna atau masih ada yang terbuka, jika terbuka, maka lakukan pengulangan pembuatan *plywood* dan memperhatikan pelaburan perekat agar rata disetiap sisinya, dan dikempa kembali *plywood* menggunakan *hot press* dengan tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup> suhu 125 °C selama 330 detik. Kemudian *plywood* tersebut dibiarkan hingga mencapai suhu ruang.

### 2.5. Tahapan Analisis Bonding Strength

Sampel dipotong ukuran 25 mm × 81 mm dan lebar takik 3 mm sebanyak 8 potong, kemudian sampel direbus dalam *waterbath* selama 72 jam suhu 100 °C lalu didinginkan hingga mencapai suhu ruang dalam air. Rumus uji *bonding strength*:

$$BS = \frac{Ps \times 9,8}{b \times h} \times \rho \quad (1)$$

dimana nilai BS merupakan *bonding strength* (N/mm<sup>2</sup>), Ps merupakan besar tarikan (kg), b merupakan panjang area (mm), h merupakan lebar area (mm), 9.8 merupakan gaya percepatan gravitasi bumi (m/s<sup>2</sup>), dan  $\rho$  merupakan koefisien pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Standar koefisien ( $\rho$ ) terhadap ketebalan sampel [12]

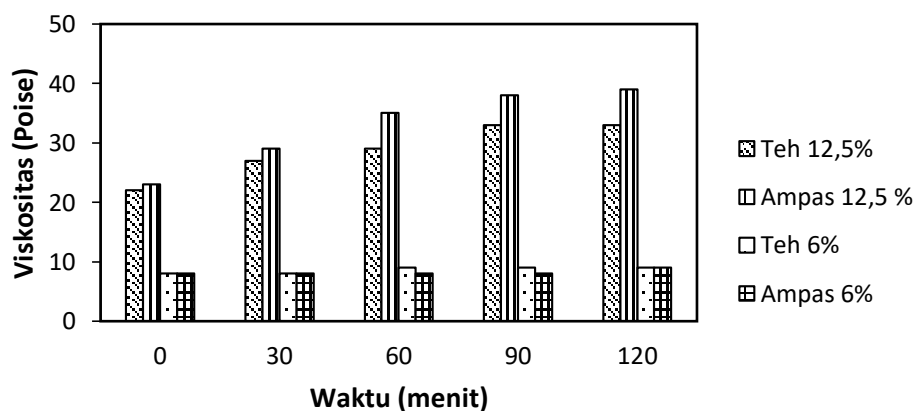
Tebal <i>core</i> / Tebal <i>face</i>	Koefisien ( $\rho$ )
< 1,5	1,0
1,5 ≤ x < 2,0	1,1
2,0 ≤ x < 2,5	1,2
2,5 ≤ x < 3,0	1,3
3,0 ≤ x < 3,5	1,4
3,5 ≤ x < 4,0	1,5
4,0 ≤ x < 4,5	1,7
≥ 4,5	2,0

### 2.6. Tahap Analisis Delaminasi

Analisis delaminasi diawali dengan memotong sampel menjadi ukuran 75 mm × 75 mm sebanyak 4 buah, selanjutnya sampel direbus dalam *waterbath* selama 72 jam suhu 100 °C lalu direbus selama 3 jam suhu 60 °C. Kemudian sampel didinginkan dan dilihat setiap sisi lapisan paralel dimana *glue line* dan sisi paralel yang sama tidak ada delaminasi terbuka > 25 mm.

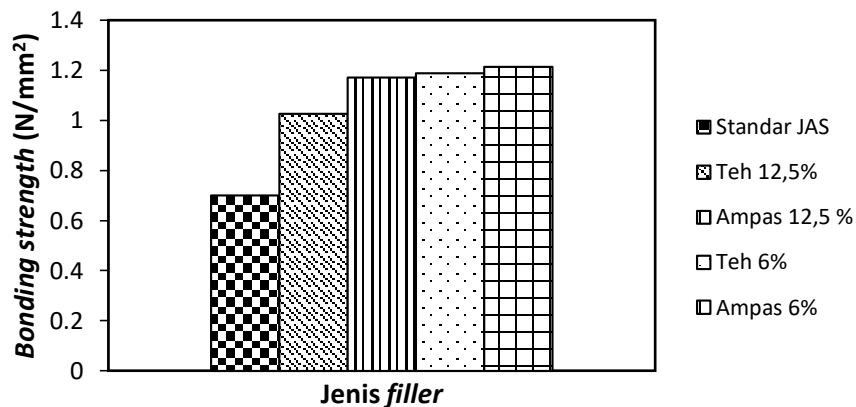
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kenaikan viskositas bertujuan untuk menunjukkan kemampuan alir suatu sediaan gel saat diaplikasikan [13]. Sehingga, keawetan perekat serta kemampuannya menembus pori-pori kayu dipengaruhi viskositas. Uji viskositas pada perekat dilakukan setelah proses *mixing* atau pengadukan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *mixer* hingga homogen kemudian dianalisis kenaikan viskositasnya dengan viskotester setiap 30 menit hingga 2 jam. Perekat dengan viskositas tinggi menyebabkan perekat cepat mengeras sehingga kualitas rekatnya lebih rendah dan masa simpannya singkat yang mana akan memengaruhi hasil *bonding strength* dan delaminasi [14].



**Gambar 1.** Pengaruh waktu terhadap viskositas perekat dengan *filler* tepung ampas teh 12,5% dan 6% serta tepung teh 12,5% dan 6%

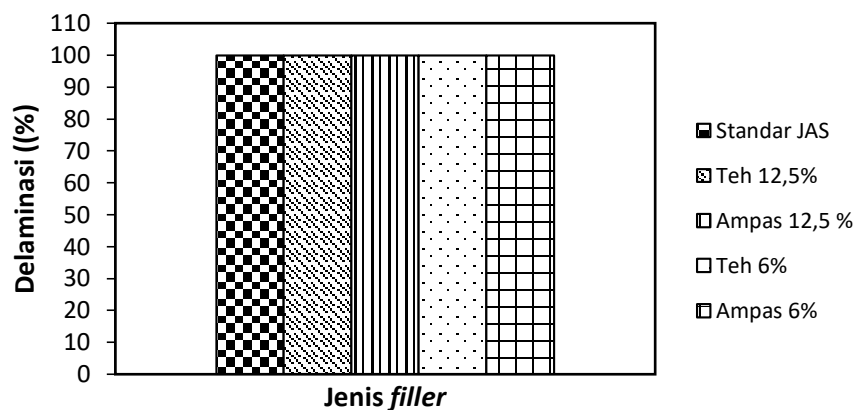
Gambar 1 menunjukkan bahwa tepung ampas teh 12,5% dapat memberikan nilai viskositas awal sebesar 23 Poise sedangkan tepung teh sebesar 22 Poise. Nilai kekentalan akhir tertinggi sebesar 39 Poise pada tepung ampas teh, sedangkan tepung teh sebesar 33 Poise. Sedangkan, untuk kadar 6% pada kedua jenis *filler* tidak banyak memberikan perubahan nilai viskositas. Sehingga, tepung ampas teh dapat lebih menaikkan viskositas perekat dibandingkan tepung teh. Hal ini terjadi karena tepung ampas teh memiliki kandungan selulosa yang lebih banyak, dimana sifat adhesinya dapat menambah kekuatan ikat antar partikel. Selain itu, selulosa mempunyai gugus hidroksil yang dapat membentuk ikatan hidrogen, semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk akan menaikkan kekentalan perekat [4].



**Gambar 2.** Nilai *bonding strength* dengan *filler* tepung ampas teh 12,5% dan 6%, serta tepung teh 12,5% dan 6%

Gambar 2 menjabarkan keseluruhan nilai *bonding strength* telah melebihi 0,7 N/mm<sup>2</sup> atau memenuhi *Japanese Agricultural Standard* [11]. Hasil ini membuktikan bahwa tepung teh dan tepung ampas teh dapat digunakan sebagai *filler phenol-formaldehyde resin*. Nilai *bonding strength* tertinggi terdapat pada penggunaan tepung ampas teh baik viskositas 20-30 Poise dan 6-10 Poise dengan nilai 1,1706 N/mm<sup>2</sup> dan 1,2122 N/mm<sup>2</sup> dilanjutkan tepung teh 1,0261 N/mm<sup>2</sup> dan 1,1878 N/mm<sup>2</sup>. Dengan demikian, tepung ampas teh memberikan nilai *bonding strength* yang lebih tinggi dibandingkan tepung teh. Hal ini dikarenakan tepung teh mengandung tanin yang lebih tinggi. Penambahan tanin ke *phenol-formaldehyde resin* dapat mengurangi temperatur *curing* yang mana penurunan temperatur *curing* dapat secara signifikan menurunkan nilai *bonding strength* [9], [15]. Temperatur *curing* yang rendah akan menyebabkan reaksi *crosslinking* antara tanin dan *phenol formaldehyde* turun, sehingga menurunkan kekuatan ikatan antara *adhesive* dan *plywood* [16].

Parameter delaminasi ada 3 yaitu *passed*, *re-test* dan *failed* untuk jenis *filler* dengan komposisi yang sama. *Passed* (100%) menandakan tidak terjadi delaminasi atau delaminasi = 0 mm pada ke 4 sampel. *Re-test* (75%) menandakan ada delaminasi hanya pada 1 sampel. *Failed* (< 50%) menandakan terjadi delaminasi lebih dari 2 sampel. Gambar 3 menunjukkan bahwa masing-masing jenis *filler* yaitu *passed* atau nilai 100 yang artinya *plywood* 100% tidak mengalami delaminasi atau kerusakan, baik pada tepung ampas teh dan tepung teh.



**Gambar 3.** Nilai delaminasi dengan *filler* tepung ampas teh 12,5% dan 6% serta tepung teh 12,5% dan 6%

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Tepung ampas teh dan tepung teh mampu menaikkan viskositas *phenol-formaldehyde resin* dimana meningkatnya kadar *filler* menyebabkan peningkatan nilai viskositas campuran. Nilai kekentalan akhir tertinggi sebesar 39 Poise pada tepung ampas teh, sedangkan tepung teh sebesar 33 Poise. Kedua tepung tersebut juga dapat dijadikan sebagai *filler phenol-formaldehyde resin* karena memberikan nilai *bonding strength* dan delaminasi yang telah memenuhi *Japanese Agricultural Standard*. Nilai *bonding strength* tertinggi terdapat pada penggunaan tepung ampas teh baik viskositas 20-30 Poise dan 6-10 Poise dengan nilai 1,1706 N/mm<sup>2</sup> dan 1,2122 N/mm<sup>2</sup> dilanjutkan tepung teh 1,0261 N/mm<sup>2</sup> dan 1,1878 N/mm<sup>2</sup> serta tidak terjadi delaminasi pada seluruh sampel.

Saran pada penelitian selanjutnya adalah menggunakan perekat dan jenis *filler* yang sama pada penelitian ini, namun dengan adanya perbedaan jenis *veneer* agar dapat diteliti lebih lanjut mengenai ada/tidaknya pengaruh perbedaan karakteristik kayu terhadap kekuatan rekat *phenol-formaldehyde resin*.

#### REFERENSI

- [1] S. Purnavita dan S. Sutanti, "Pengaruh Rasio Reaktan terhadap Karakteristik Fenol Formaldehida Jenis Resol yang Tidak Berbahaya bagi Lingkungan," *Kimia Padjadjaran*, vol. 1, hal. 1–18, 2022.
- [2] K. Kasmudjo, "Pengantar Industri Kayu Lapis," *Jurnal Kehutanan*, vol. 1, No. 3, hal. 20–23, 1981.
- [3] F. Fauziati, "Pengaruh Substitusi Tepung Sekam Padi & Cassava pada Tepung Industri terhadap Peningkatan Keteguhan Rekat Kayu Lapis," *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 2016.
- [4] E. Azwar, "Aplikasi Selulosa sebagai Filler pada Komposit Beton", Edisi pertama Yogyakarta: Teknosain, 2017.
- [5] I. D. S. Wicaksana, F. Suhariyadi, A. Chalim, dan A. Sulistio, "Pemanfaatan Limbah Eceng Gondok, Jerami Padi dan Batok Kelapa sebagai Filler Phenol Formaldehid Resin Produksi PT Pamolite Adhesive Industri," *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 8, no. 1, 2023.
- [6] C. R. Harler, "Tea Manufacturing", London: Oxford University Press, 2004.

- [7] D. Fernianti dan Y. Jayanti, "Pengaruh Waktu Ekstraksi dan Konsentrasi HCl pada Proses Ekstraksi Selulosa Dalam Ampas Teh," *Jurnal Distilasi*, vol. 1, no. 1, hal. 62-66, 2016.
- [8] A. Pizzi, "Advanced Wood Adhesives Technology", 1994.
- [9] I. Sumardi, . S., E. Mulya Alam, dan R. Dungani, "Effect of Tannin Addition in Phenol-Formaldehyde Adhesive on Reducing the Curing Temperature," *Asian Journal of Biological Sciences*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [10] A. Santoso dan G. Pari, "Sifat Papan Partikel Daur Ulang Rendah Emisi Formaldehida," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 33, no. 1, hal. 1-10, 2015.
- [11] Yusmaniar, A. Restu, Nurhidayani, dan F. Kurniadewi, "Synthesis of Tannin Phenol Formaldehyde (Tpf) Copolymer from Ethyl Acetate Extract of Green Tea Leaf (*Camellia sinensis*) as Bioadhesive Wood," *AIP Conference Proceedings 2097*, 030115, 2019.
- [12] Japanese Agricultural Standard, "Japanese Agricultural Standard for Plywood," *Japanese Agricultural Standard Plywood*, 2018.
- [13] S. G. Rahayu dan P. H. Suharti, "Pengaruh Suhu Daun Kelor (*Moringe Oleifera*) Terhadap Yield Dalam Pembuatan Hand Sanitizer Gel," *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, vol. 7, no. 2, hal. 642-648, 2023.
- [14] A. Santoso, I. M. Sulastiningsih, G. Pari, dan J. Jasni, "Pemanfaatan Ekstrak Kayu Merbau untuk Perekat Produk Laminasi Bambu," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 34, no. 2, hal. 89-100, 2016.
- [15] B. Na dan B. Yan, "A Study on Micro-Morphology and Impacts of Curing Temperature on Bond Strength Of Interfacial Transition Zone Through Scanning Electron Microscope," *Journal of Physics*, 2021.
- [16] L. Wei-Shu dan L. Wen-Jau, "Influence Of Curing Temperature on The Bonding Strength Of Heattreated Plywood Made With Melamine-Urea-Formaldehyde And Phenol-Formaldehydenresins," *European Journal of Wood and Wood Products*, vol. 76, no. 1, 2016.