

## Optimasi Kualitas Lem kertas PG 6802 ALV Menggunakan Pendekatan Pengukuran pH, Density, Solid Content dan Viskositas

### *Optimizing of the Quality of PG 6802 ALV Paper Adhesive Using pH, Density, Solid Content, and Viscosity Measurement Approaches*

Risma Sari<sup>1\*</sup>, Muhammad Ikhlas Armin<sup>1</sup>, Muhammad Alif Saputra<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Politeknik ATI Padang

[\\*rismasari171@gmail.com](mailto:*rismasari171@gmail.com)

#### Abstrak

Polimer merupakan komponen penting dalam berbagai aspek kehidupan manusia, terutama dalam pembuatan berbagai jenis bahan dan produk. Salah satu aplikasi utama polimer adalah dalam pembuatan perekat atau lem yang digunakan untuk merekatkan berbagai jenis substrat. Lem PG 6802 ALV, sebagai contoh, digunakan secara luas dalam industri kotak keramik. Penelitian ini dilakukan untuk menguji karakteristik lem PG 6802 ALV pada beberapa batch produksi pada PT. XYZ yaitu batch 0119LSA001, 0219LSA002, dan 0219LSA004. Salah satu parameter yang diukur adalah viskositas lem menggunakan viscometer Brookfield dengan penggunaan spindle 0.4 pada kecepatan 10 rpm. Hasil pengukuran menunjukkan viskositas lem PG 6802 ALV pada rentang 10500 cps, 10400 cps, dan 11600 cps. Selain itu, dilakukan juga pengukuran solid content lem, yang diperoleh dalam rentang antara 60,40% hingga 60,95%. Pengukuran densitas lem PG 6802 ALV menghasilkan nilai antara 1.0528 hingga 1.0705 g/ml, sementara pH lem berada pada kisaran 5. Kesimpulannya, penelitian ini memberikan gambaran tentang karakteristik fisik dan kimia lem PG 6802 ALV pada beberapa batch produksi. Hasil pengukuran viskositas, solid content, densitas, dan pH memberikan informasi penting dalam pemahaman lebih lanjut tentang sifat-sifat lem ini. Pengetahuan ini dapat digunakan untuk pengembangan produk yang lebih baik dan perbaikan proses produksi dalam industri kotak keramik dan aplikasi perekat/lem lainnya.

Kata Kunci : Perekat, Lem, Viskositas, Solid Content, Densitas, pH.

#### Abstract

*Polymers are essential components in various aspects of human life, particularly in the production of different types of materials and products. One of the primary applications of polymers is in the manufacturing of adhesives or glues used to bond various substrates. PG 6802 ALV adhesive, for example, is widely used in the ceramic box industry. This research was conducted to test the characteristics of PG 6802 ALV adhesive in several production batches at PT. XYZ, namely batches 0119LSA001, 0219LSA002, and 0219LSA004. One of the measured parameters was the viscosity of the adhesive using a Brookfield viscometer with a spindle 0.4 at a speed of 10 rpm. The measurement results showed that the viscosity of PG 6802 ALV adhesive ranged between 10500 cps, 10400*

*cps, and 11600 cps. Additionally, measurements of the adhesive's solid content were obtained in the range of 60.40% to 60.95%. The density of PG 6802 ALV adhesive ranged from 1.0528 to 1.0705 g/ml, while the pH was in the range of 5. In conclusion, this research provides an overview of the physical and chemical characteristics of PG 6802 ALV adhesive in several production batches. The measurement results of viscosity, solid content, density, and pH provide important information for a better understanding of the properties of this adhesive. This knowledge can be utilized for the development of improved products and the enhancement of the production process in the ceramic box industry and other adhesive applications.*

*Keywords: Adhesive, Glue, Viscosity, Solid Content, Density, pH.*

## PENDAHULUAN

Lem kertas adalah salah satu jenis perekat yang sangat penting dalam industri percetakan, kemasan, dan produksi kertas. Kualitas lem kertas memiliki peranan krusial dalam memastikan kekuatan ikatan antara bahan kertas yang ditempelkan. Oleh karena itu, peningkatan kualitas lem kertas menjadi suatu hal yang sangat diinginkan untuk mengoptimalkan daya rekat dan keawetan ikatan tersebut. Lem ini digunakan dalam berbagai industri dan aplikasi, termasuk industri konstruksi, otomotif, elektronik, dan pengemasan. Lem/perekat dapat berupa bahan alami seperti lateks karet alami atau bahan sintesis seperti polimer akrilik, epoksi, atau poliuretan. Mereka dapat berupa cairan, padatan, atau film tipis. (Ebnesajjad, 2012). Proses perekatan melibatkan beberapa tahap, termasuk persiapan permukaan, aplikasi lem, dan pengeringan atau pengerasan lem. Permukaan yang akan ditempelkan harus bersih, kering, dan bebas dari debu, minyak, atau kontaminan lainnya agar lem dapat melekat dengan baik. Pemilihan lem yang tepat tergantung pada sifat permukaan, kondisi lingkungan, kekuatan perekatan yang dibutuhkan, dan persyaratan khusus lainnya. (Mittal, K.L, 2014).

Lem kertas PG 6802 ALV adalah jenis lem yang digunakan khusus untuk merekatkan kertas. Lem ini dirancang dengan formulasi khusus yang memberikan kekuatan rekat yang baik pada permukaan kertas. Lem kertas PG 6802 ALV biasanya digunakan dalam industri percetakan, pengemasan, dan berbagai aplikasi lain yang melibatkan penggunaan kertas. (Kumar, et all, 2018)

Sifat-sifat yang penting dalam lem/perekat meliputi kekuatan rekat, kekuatan tarik, ketahanan terhadap suhu, kelembaban, bahan kimia, dan faktor-faktor lingkungan lainnya. Lem/perekat juga dapat memiliki sifat khusus seperti kemampuan mengisi celah, fleksibilitas, daya tahan terhadap getaran, atau isolasi listrik. Lem/perekat bekerja dengan berbagai mekanisme perekatan, seperti perekatan fisik (misalnya adhesi permukaan), perekatan kimiawi (misalnya reaksi kimia antara lem dan permukaan), atau kombinasi dari keduanya. Menurut (Pocius, A.V, 2012) memahami mekanisme perekatan dapat membantu dalam pemilihan lem yang sesuai dengan permukaan yang akan ditempelkan.

Lem kertas PG 6802 ALV diaplikasikan pada permukaan kertas dengan cara dioleskan atau disemprotkan. Setelah itu, lem dikeringkan atau didiamkan untuk memungkinkan proses pengeringan dan pengikatan yang baik antara lem dan kertas.

Selama pengeringan, lem mengeras dan membentuk ikatan yang kuat dengan serat-serat kertas, menghasilkan ikatan yang kokoh dan tahan lama. (Saini,P,et all, 2017)



**Gambar 1.** Lem PG 6802 ALV

Permukaan yang akan ditempelkan memainkan peran penting dalam keberhasilan perekatan. Sifat permukaan seperti energi permukaan, kasar atau halus permukaan, dan keberadaan lapisan oksida atau kontaminan lainnya dapat mempengaruhi adhesi. Teknik persiapan permukaan seperti pembersihan, pengamplasan, atau perlakuan khusus lainnya dapat digunakan untuk meningkatkan adhesi lem. Lem/perekat dapat mengalami degradasi seiring waktu akibat paparan suhu, kelembaban, radiasi, atau bahan kimia tertentu. Memahami faktor-faktor yang mempengaruhi degradasi dan stabilitas lem dapat membantu dalam pemilihan lem yang tahan terhadap kondisi lingkungan yang diinginkan. (Kinloch,A.J,2012).

Pengujian dan karakterisasi lem/perekat melibatkan metode dan teknik seperti uji tarik, uji geser, uji lepas, uji ketahanan terhadap lingkungan, serta analisis mikrostruktur dan sifat-sifat fisik dan kimia. Memahami metode pengujian dan teknik karakterisasi dapat membantu dalam evaluasi dan pemahaman yang lebih baik tentang kinerja lem/perekat. (Wicks,et.all,2007). Salah satu jenis lem kertas yang sering digunakan dalam industri adalah lem kertas PG 6802 ALV. Untuk mengoptimalkan performa lem ini, perlu dilakukan karakterisasi secara komprehensif terhadap beberapa parameter fisik dan kimia yang relevan. Dalam penelitian ini, fokus utama adalah pada pengukuran densitas, viskositas, kandungan padat (solid content), pH, dan kestabilan lem kertas PG 6802ALV.

Densitas lem kertas adalah ukuran berat jenis lem dan dapat mempengaruhi kemampuan lem untuk menyebar dan menempel pada permukaan kertas. Viskositas, di sisi lain, menggambarkan kekentalan lem dan berperan penting dalam penyebaran dan perekatan lembaran kertas. Kandungan padat, atau konsentrasi bahan padat dalam lem kertas, mempengaruhi kekuatan perekatan dan kekeringan cepat lem. Pengukuran pH lem kertas penting karena sifat asam atau basa dari lem dapat mempengaruhi kompatibilitas dengan

bahan lain dalam proses produksi kertas. Terakhir, kestabilan lem kertas menjadi faktor kritis dalam memastikan kualitas dan performa lem yang konsisten selama penyimpanan dan penggunaan.

Namun, meskipun lem kertas PG 6802 ALV digunakan secara luas, penelitian yang mendalam tentang karakteristik fisik dan kimia lem ini masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi lengkap terhadap lem kertas PG 6802 ALV dengan mengukur densitas, viskositas, kandungan padat, pH, dan kestabilan. Dengan pemahaman yang lebih mendalam tentang sifat dan karakteristik lem kertas ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam peningkatan kualitas dan performa lem kertas PG 6802 ALV

Penelitian tentang kualitas lem kertas telah dilaporkan sebelumnya oleh (Smith, J., & Johnson, A. 2018) yaitu menyelidiki pengaruh komposisi polimer dan kandungan padatan terhadap kekuatan perekat lem kertas menyimpulkan bahwa faktor-faktor seperti komposisi polimer dan kandungan padatan memainkan peran penting dalam kualitas perekatan lem kertas. Memilih polimer dengan struktur kimia yang sesuai dan mempertahankan kandungan padatan yang optimal dalam lem kertas dapat meningkatkan kekuatan perekat dan kualitas ikatan.

Dalam penelitian ini, pendekatan pengukuran pH, density, solid content, dan viskositas digunakan untuk menganalisis dan memantau kualitas lem kertas. Pengukuran pH memberikan informasi mengenai tingkat keasaman atau kebasaan lem kertas. Pengukuran density digunakan untuk mengindikasikan kepadatan dan kekentalan lem, sementara pengukuran solid content berfokus pada persentase kandungan padatan dalam lem. Selain itu, pengukuran viskositas memberikan gambaran tentang kekentalan dan aliran lem.

Dalam konteks penelitian ini, lem kertas yang digunakan adalah PG 6802 ALV. Pengukuran dan analisis kualitas lem kertas ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang memengaruhi kekuatan ikatan dan kualitas lem kertas. Dengan memperhatikan pengukuran pH, density, solid content, dan viskositas, diharapkan dapat dilakukan optimalisasi yang lebih baik terhadap kualitas lem kertas PG 6802 ALV.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pengaruh variabel-variabel tersebut terhadap kualitas lem kertas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman untuk meningkatkan performa dan kualitas lem kertas, sehingga dapat memberikan keuntungan yang signifikan dalam industri percetakan, kemasan, dan produksi kertas.

Dalam penelitian ini, kami akan melibatkan berbagai metode pengukuran dan analisis yang relevan untuk mendapatkan informasi yang komprehensif mengenai kualitas lem kertas. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan lem kertas yang lebih baik dan efektif.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang dipakai pada penelitian ini adalah Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah viskometer brookfield RVT, neraca analitik, oven, kertas pH universal, *specific gravity cup*, neraca teknis, alumunium foil dan termometer.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu produk lem PG 6802 ALV

### Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ini yaitu eksperimen di laboratorium kimia dengan memanfaatkan peralatan gelas, non gelas dan alat viskometer brookfield RVT.

### Metode Pengukuran Sampel

#### *Uji Viskositas*

Dipastikan Viskometer ada di tempat yang datar (lihat *Waterpass*). Disambungkan viskometer pada arus listrik. Diatur Viskometer pada kecepatan 10 rpm. Dipasang *spindle* 0.4 pada Viskometer. Dichelupkan ujung *spindle* ke dalam sampel sampai garis batas pencelupan. Dinyalakan Viskometer selama 3 – 5 kali putaran. Dilakukan pembacaan skala analog Viskometer. Skala yang dibaca adalah skala yang tidak berubah-ubah selama minimal 3 kali putaran viskometer.

$$\text{Viskositas (cps)} = \text{skala analog} \times \text{faktor}$$

#### *Uji pH*

Dichelupkan kertas pH universal ke dalam produk yang akan diukur minimal 2 detik. Diangkat dan dibandingkan warna kertas indikator dengan warna pada skala pH. Dan dicatat pada skala yang sama.

#### *Uji Solid Content*

Ditimbang wadah (Aluminiun Foil) kosong secara teliti. Ditimbang sampel sebanyak 1 – 1.5 gram. Dilakukan minimal 4 kali untuk pengukuran *solid content* satu jenis sampel. Dimasukkan sampel beserta wadah kedalam oven yang telah diset pada suhu 105°C. Dipanaskan selama 15 menit. Setelah kering, ditimbang kembali zat beserta wadah. Dihitung *solid content* sampel tersebut.

$$\text{Solid Content (\%)} = \frac{\text{massa zat setelah dikeringkan}}{\text{massa zat sebelum dikeringkan}} \times 100$$

#### *Uji Density*

Dibersihkan dan dikeringkan *Specific Grafity Cup*. Ditimbang dan dicatat berat *Specific Grafity Cup* kosong pada suhu 30°C. Dibuka tutup *Specific Grafity Cup* lalu isi dengan sampel lem yang akan di tes sampai penuh dan ditutup sampai didapatkan ada bagian sampel lem yang keluar dari tutup *Specific Grafity Cup*. Dilap dan dikeringkan bagian luar *Specific Grafity Cup* dengan tissue. Ditimbang dan catat berat *Specific Grafity Cup* yang telah diisi sampel tersebut. Dihitung *density* sampel tersebut.

$$\text{Density} = \frac{(WS - WK)g}{(VSG)mL}$$

Keterangan :

SG = *Specific Grafity*

WS = *Massa Specific Grafity Cup* yang berisi sampel

WK = *Massa Specific Grafity Cup* kosong

VSG = *Volume Specific Grafity Cup* (100 mL)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kadar Viskositas, pH, Solid Content dan Density pada sampel lem PG 6802 ALV dapat dilihat pada Tabel 1 berikut

**Tabel 1.** Hasil analisis properties Lem PG 6802 ALV

No	Batch No	Parameter Uji			
		Viskositas(cps)	Solid Content (%)	Density(g/mL)	pH
1	0119LSA001	10.500	60,95	1,0561	5
2	0219LSA002	10.400	60,66	1,0528	5
3	0219LSA004	11.600	60,40	1,0705	5
Standar		8.000 - 12.000	61 ± 1	1,05 ± 0,05	4 – 5

Dalam hasil penelitian ini, dilakukan pengujian terhadap lem PG 6802 ALV pada tiga batch yang berbeda, yaitu 0119LSA001, 0219LSA002, dan 0219LSA004. Pengukuran viskositas dilakukan menggunakan viscometer Brookfield dengan spindle 0.4 pada kecepatan 10 rpm.

#### Uji Viskositas

Viskositas sebagai acuan untuk pemekingan sebelum analisa lainnya. Pada produksi PG 6802 ALV digunakan *spindle* 0.4 dengan kecepatan 10 rpm pada penentuan viskositas. Alasan pemilihan *spindle* dan kecepatan alat viskometer dilakukan untuk mendapatkan hasil pembacaan pada skala analog berada di kisaran pertengahan skala alat viskometer itu sendiri, agar hasil pembacaan akurat dan tidak meragukan. Pada saat pengecekan viskositas pemakaian *spindle* harus sampai pada batas yang sudah ditentukan, tidak boleh melewati batas agar data yang didapat lebih akurat dan pastikan spindle sudah dalam keadaan kering saat digunakan. Viskositas yang didapatkan pada pengujian batch 0119LSA001 yaitu 10500, batch 0219LSA002 yaitu 10400 dan batch 0219LSA004 yaitu 11600, dengan standar viskositasnya 8000 - 12000 cps. Namun dari ketiga data tersebut ada data yang viskositasnya yang terpaut jauh dari dua data lainnya, yaitu lem PG 6802 ALV batch no. 0219LSA004 dengan nilai viskositas yang diperoleh adalah 11500 cps, sementara lem PG 6802 ALV batch no.0219LSA001 dan 0219LSA002 nilai viskositasnya adalah 10500 cps dan 10400 cps. Jika kita membandingkan ketiga batch, batch 3 memiliki viskositas yang lebih tinggi

dibandingkan batch 1 dan 2. Hal ini dapat menunjukkan perbedaan dalam kekentalan atau sifat aliran produk antara ketiga batch tersebut. Semakin tinggi angka viskositas, semakin kental cairan tersebut. Viskositas yang sesuai sangat penting dalam aplikasi industri untuk memastikan penggunaan produk yang efektif.

### Uji pH

pH mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Pada ketiga batch yang diuji, pH-nya adalah 5, yang menunjukkan sifat larutan yang sedikit asam. Pengukuran pH penting dalam industri kimia karena dapat mempengaruhi stabilitas dan sifat kimia produk yang terkait. Berdasarkan tabel 1 derajat keasaman lem PG 6802 ALV memiliki pH yang sama yaitu 5. Dan dapat dinyatakan bahwa lem PG 6802 ALV sesuai standar.

### Uji Solid Content

*Solid Content* dapat dinyatakan sebagai persen berat zat yang tidak menguap di dalam suatu perekat. Alat yang digunakan untuk mengukur kadar padatan adalah oven dan timbangan analitik. Suhu yang dipakai adalah pada suhu 105<sup>0</sup>C karena pada suhu itu diperkirakan air yang terdapat di dalam sampel telah menguap..

Perhitungan kadar padatan untuk setiap formula adalah untuk mengetahui hubungan kadar padatan setiap formulasi dengan daya rekat. Secara umum, semakin tinggi kadar padatan maka akan mempercepat proses pengeringan dari suatu perekat. Berat sampel yang didapatkan harus berat konstan yaitu dengan empat kali pengecekan agar hasil yang diperoleh sesuai dengan standar formula dan apabila terjadi kesalahan dapat dianalisa dengan jelas. Sementara pada tabel 4.1 semua lem PG 6802 ALV memiliki *solid content* pada spesifikasi yang telah ditetapkan. Kadar *solid Content* yang didapatkan pada lem PG 6802 ALV berkisar antara 60,40 – 60,95 %. Hasil *solid content* yang didapatkan sesuai dengan standar. *Solid content* mengacu pada persentase massa padatan dalam larutan atau suspensi. Pada batch 1, kandungan padatan adalah 60,95%, pada batch 2 adalah 60,66%, dan pada batch 3 adalah 60,40%. Tidak ada perbedaan yang signifikan dalam kandungan padatan antara tiga batch. Semua batch memiliki kandungan padatan yang relatif serupa, dengan perbedaan yang sangat kecil di antara mereka. Kandungan padatan yang tinggi menunjukkan adanya lebih sedikit komponen cair dan lebih banyak padatan dalam produk. Hal ini dapat memiliki implikasi yang penting tergantung pada jenis produk dan industri yang terkait.

### Uji Density

Pengukuran *density* untuk sampel lem yang berbentuk *emulsi* (kental) lebih baik menggunakan *specific gravity cup*, dari pada menggunakan alat ukur piknometer, karena dapat menyebabkan penyumbatan pada pipa kapiler piknometer dan susah untuk dibersihkan. Diantara yang mempengaruhi massa jenis lem adalah busa, jika busa didalam lem banyak maka *density* nya turun dan volumenya bertambah. Hal ini akan berpengaruh pada pemilihan tempat *packing* dan tempat lem ketika proses laminasi.

Batch 3 memiliki densitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan batch 1 dan 2. Ini menunjukkan bahwa komposisi atau karakteristik fisik produk pada batch 3 mungkin sedikit berbeda dari dua batch lainnya. Densitas mengukur massa per satuan volume suatu zat. Pada batch 1, densitasnya adalah 1,0561 g/mL, pada batch 2 adalah 1,0528 g/mL, dan pada batch 3 adalah 1,0705 g/mL.

Densitas yang tinggi menunjukkan bahwa zat tersebut lebih padat atau berat per satuan volumenya. Berdasarkan tabel 1 *density* yang didapatkan pada lem PG 6802 ALV berkisar antara 1,0528 – 1,0705 g/ml. *Density* untuk semua jenis lem telah sesuai dengan standar formula yang ditetapkan  $1,05 \pm 0,05$

## KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan pengujian yang telah dilakukan menunjukkan beberapa kesimpulan sebagai berikut : viskositas produk pada ketiga batch berada dalam rentang 10.400-11.600 cps, menunjukkan konsistensi yang relatif serupa dalam kekentalan produk. Kandungan padatan produk pada ketiga batch relatif stabil dan berada dalam rentang 60,40-60,95%. Perbedaan antara kandungan padatan dalam ketiga batch tersebut sangat kecil. Densitas produk pada ketiga batch berada dalam rentang 1,0528-1,0705 g/mL. Batch 3 memiliki densitas yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan batch 1 dan 2. pH produk pada ketiga batch adalah 5, menunjukkan sifat asam yang konsisten dalam ketiga produk tersebut. Oleh karena itu kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa ketiga batch produk memiliki viskositas yang serupa, kandungan padatan yang stabil, dan pH yang sama. Namun, batch 3 memiliki densitas sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan batch 1 dan 2. Berdasarkan pengukuran properties pada setiap batch telah sesuai dengan range standar lem PG 6802 ALV yang telah ditetapkan, sehingga dapat dikatakan bahwa kestabilan lem PG 6802 ALV sesuai dengan range standar dan dapat dikirim ke *costumer*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ebnesajjad, S. (2012). *Handbook of Adhesives and Surface Preparation: Technology, Applications and Manufacturing*. William Andrew Publishing
- Hartono, A. J. 1992. *Memahami Polimer dan Perekat*. Andi Offset. Yogyakarta Iskandar,
- Herman, 1992, *Buku Pedoman Produk dan Teknik Perekat*. Jakarta
- Kinloch, A. J. (2012). *Adhesion and Adhesives: Science and Technology*. SpringerScience & Business Media.
- Kumar, A., Kumar, V., & Singh, R. (2018). *Evaluation of Adhesive Strength of Starch-Based Adhesives for Paperboard Packaging*. International Journal of Adhesion and Adhesives, 81, 1-8.
- Mittal, K. L. (2014). *Adhesion Science and Engineering: Surfaces, Chemistry and Applications*. Elsevier.
- Pocius, A. V. (2012). *Adhesion and Adhesives Technology: An Introduction*. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG.



- Prayitno. 1996. *Perekat Kayu*. Bagian Penerbitan Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Rowell, R.M. 2005. *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*. CRC Press. New York.
- Ruhedi, S. dan Y.S. Hadi. 1997. *Perekat dan Perekatan*. Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Saini, P., Sharma, C., & Chauhan, S. (2017). *Formulation and Evaluation of Water-Based Starch Adhesives for Paperboard*. International Journal of Adhesion and Adhesives, 74, 53-59.
- Satuhu, E. 1987. *Keterbatasan dan Kekuatan Perekat Lima jenis Kayu Indonesia*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wicks, Z. W., Jr., Jones, F. N., & Pappas, S. P. (2007). *Organic Coatings: Science and Technology*. John Wiley & Sons.