

## Karakterisasi Viskositas Dan Kadar Air *Bioadhesive* Berbasis Pati Jagung Termodifikasi Asam Sitrat Untuk Pembuatan Papan Partikel

Mardayanti Rari Useng, Cornelia Kesia Rantang, Rosalia Sira Sarungallo, Maxie Djonny

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Kristen Indonesia Paulus  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 13, Tamalanrea, Makassar 90243  
Email [rosalia\\_sira@ukipaulus.ac.id](mailto:rosalia_sira@ukipaulus.ac.id) , [maxie@ukipaulus.ac.id](mailto:maxie@ukipaulus.ac.id)  
Email korespondensi: [rosalia\\_sira@ukipaulus.ac.id](mailto:rosalia_sira@ukipaulus.ac.id)

### Abstrak

*Pati merupakan substrat yang ideal sebagai perekat untuk pembuatan komposit berbahan dasar kayu karena merupakan bahan yang murah, mudah diperoleh dan diproses, serta mengandung ikatan glikosidik reaktif dan gugus hidroksil. Tujuan dari penelitian ini adalah karakterisasi bioadhesive dari pati jagung dan asam sitrat, meliputi viskositas, dan kadar air. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi persiapan bahan baku, pembuatan perekat, dan karakterisasi perekat. Hasil penelitian pada perekat menunjukkan bahwa karakterisasi perekat pada pengujian viskositas belum memenuhi standar SNI 06-4565-1998 sebagai perekat untuk papan partikel, sementara kadar air penambahan asam sitrat pada perekat mempengaruhi kadar air, dengan kadar air yang berbeda pada setiap penambahan asam sitrat.*

**Kata kunci:** bioadhesive, pati jagung, asam sitrat.

### Abstract

*Starch possesses desirable attributes such as cost-effectiveness, availability, ease of processing, and the presence of reactive glycosidic bonds and hydroxyl groups, making it an excellent substrate for wood-based composite adhesives. This research aimed to assess the bioadhesive properties of corn starch and citric acid, specifically focusing on viscosity and moisture content. The methodology encompassed the preparation of raw materials, formulation of the adhesive, and characterization of the adhesive. The findings of the adhesive analysis revealed that the viscosity measurements did not meet the requirements outlined in SNI 06-4565-1998 for adhesives used in wood particle boards. Moreover, the moisture content of the adhesive was influenced by the incorporation of citric acid, leading to varying moisture levels with each citric acid addition.*

**Keywords:** bioadhesive, corn starch, citric acid.

### 1. Pendahuluan

Seiring bertambahnya jumlah penduduk, maka berbagai kebutuhan juga meningkat, termasuk kebutuhan Industri kayu untuk konstruksi dan furnitur. Meningkatnya penggunaan kayu menimbulkan masalah baru yaitu menumpuknya limbah kayu dalam jumlah besar, yang dapat mencemari lingkungan sekitar [1]. Untuk mengatasi masalah ini, perlu diimplementasikan langkah-langkah pengelolaan limbah kayu yang efektif, seperti pemanfaatan kembali dan daur ulang limbah kayu sebagai bahan baku untuk produk papan partikel.

Produksi papan partikel melibatkan penggunaan perekat untuk mengikat dan menyatukan serbuk kayu menjadi panel/papan yang kokoh. Perekat kayu yang umum digunakan saat ini adalah formaldehida berbasis urea-formaldehida (UF), melamin-urea-formaldehida (MUF), fenol-formaldehida (PF), dan fenol-resorcinol-formaldehida (PRF) [2, 3]. Perekat sintesis ini merupakan sumber daya alam fosil yang terbatas dan tidak dapat diperbarui [4]. Karenanya

penelitian tentang pengembangan *bioadhesive* yang ramah lingkungan untuk papan partikel telah mendapatkan perhatian lebih dalam beberapa tahun terakhir. Pati merupakan substrat yang ideal untuk produksi perekat komposit kayu karena merupakan bahan terbarukan yang murah dan mudah diperoleh yang mengandung ikatan glikosidik reaktif dan gugus hidroksil [5-6]. Dilaporkan pula bahwa kekuatan pengikatan pati alami tidak cukup untuk mengikat kayu, serta perekat berbahan dasar pati memiliki ketahanan air yang rendah [7]. *Bioadhesive* yang terbuat dari pati jagung dan asam sitrat menawarkan potensi sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Penambahan asam sitrat ke dalam *bioadhesive* berbasis pati jagung akan menyebabkan modifikasi struktur kimia perekat. Asam sitrat memiliki gugus asam karboksilat yang memungkinkannya berinteraksi dengan gugus hidroksil pada pati jagung [8]. Interaksi ini dapat menghasilkan ikatan hidrogen antara pati jagung dan asam sitrat, yang mengubah sifat-sifat kimia dari perekat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi viskositas dan kadar air dari *bioadhesive* dari pati jagung termodifikasi asam sitrat. Karakteristik viskositas dari *bioadhesive* pati jagung dan asam sitrat sangat penting dalam proses pembuatan papan partikel. Viskositas yang tepat memastikan perekat dapat diaplikasikan secara efisien pada serat kayu dan memberikan ikatan yang kuat antara partikel-partikel kayu. Selain viskositas, kadar air dari *bioadhesive* juga merupakan parameter penting yang perlu dikarakterisasi. Kadar air yang tepat dalam *bioadhesive* dapat mempengaruhi sifat fisik dan kekuatan ikatan papan partikel.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik viskositas dan kadar air dari *bioadhesive* pati jagung dan asam sitrat. Informasi ini akan menjadi landasan penting untuk pengembangan lebih lanjut dalam pembuatan papan partikel yang ramah lingkungan dan efisien.

## 2. Metode

### Persiapan bahan baku

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati jagung (Maizenaku, produksi Egafood), asam sitrat, natrium hipofosfit dan aquades, disiapkan untuk pembuatan perekat.

### Pembuatan Perekat

Sebanyak 50 g sampel bubuk pati jagung dilarutkan dalam 250 mL air suling dalam sebuah gelas kimia, kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu 50°C menggunakan penangas air yang dikontrol secara elektronik. Setelah itu, secara perlahan ditambahkan asam sitrat ke dalam larutan pati jagung yang larut dengan variasi 10g, 11g dan 12g, dengan penambahan natrium hipofosfit sebagai katalis, yang jumlahnya sebesar 50% dari berat asam sitrat yang digunakan. Campuran larutan dipanaskan hingga mencapai suhu 90°C, sehingga pati menjadi agar-agar dan mengalami proses esterifikasi. Selanjutnya, perekat gel dituang pada cetakan yang telah dilapisi plastik *polytetra fluoro ethylene* (PTFE) masukkan dalam oven pada temperatur 50°C selama 1 jam, selanjutnya didiamkan pada suhu ruang, setelah kering disimpan.

### Karakterisasi Perekat

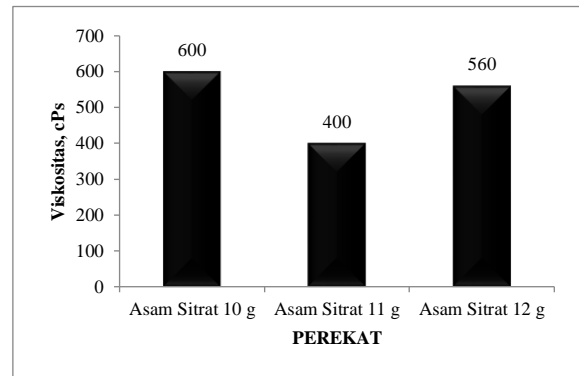
Karakteristik dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat pati jagung termodifikasi asam sitrat. Karakteristik meliputi kadar air (*Moisture Content*) dan viskositas.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Karakterisasi Viskositas Perekat

Karakterisasi viskositas dilakukan untuk mengukur tingkat kekentalan perekat terhadap aliran. Viskositas merupakan suatu aspek penting dalam

karakteristik fisik perekat. Viskositas mencerminkan kemampuan perekat dalam membentuk lapisan, mengalir, dan mempengaruhi tingkat permeabilitasnya [9]. Pengujian dilakukan menggunakan alat viskosimeter Myr VR 30000. Hasil pengujian viskositas pada tiga sampel perekat yang menggunakan pati jagung alami yang dimodifikasi dengan asam sitrat disajikan pada Gambar 1.



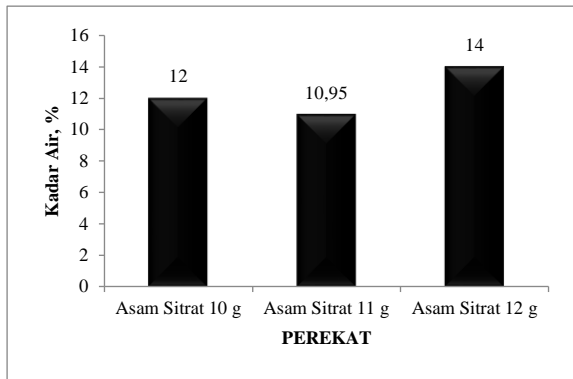
**Gambar 1.** Grafik pengaruh penambahan asam sitrat terhadap viskositas perekat

Gambar 1 menunjukkan histogram mengenai pengaruh penambahan asam sitrat pada kadar air perekat pati jagung. Ketika 10 g asam sitrat dicampurkan ke dalam pati jagung, viskositas perekat mencapai 600 cPs. Hal ini dapat dijelaskan melalui interaksi antara asam sitrat dan pati jagung yang menghasilkan perubahan struktural pada perekat. Interaksi ini kemungkinan besar melibatkan pembentukan ikatan ester antara pati jagung dan asam sitrat, yang dapat meningkatkan viskositas perekat. Proses ini melibatkan pengikatan molekul asam sitrat dengan pati jagung, membentuk ikatan kimia yang lebih kompleks dan meningkatkan kekentalan perekat. Zuo *et al.*, (2013) melaporkan bahwa setelah proses esterifikasi, beberapa gugus hidroksil diubah menjadi ester, yang mengalami perubahan struktur dan sifat pati [10]. Penggunaan agen esterifikasi memiliki dampak signifikan terhadap sifat-sifat produk akhir. Namun, ketika penambahan asam sitrat ditingkatkan menjadi 11 g, viskositas perekat menurun menjadi 400 cPs. Kemudian, ketika asam sitrat ditambahkan lagi sebanyak 12 g, viskositas perekat sedikit meningkat menjadi 560 cPs. Percobaan menambahkan asam sitrat sebanyak 10, 11, dan 12 gram pada pati jagung telah dilakukan untuk menguji viskositas perekat. Namun, hasil percobaan tersebut tidak memenuhi standar SNI 06-4567-1998 yang mengacu pada karakteristik perekat Urea-Formaldehida (UF) dengan rentang viskositas 150-350 cPs [11].

### Karakterisasi Kadar air Perekat

Karakterisasi kadar air perekat (*bioadhesive*) pati jagung dengan penambahan asam sitrat 10, 11, dan 12 gram dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh

penambahan asam sitrat terhadap sifat hidrofilik atau kelembaban perekat. Dalam percobaan ini, penambahan asam sitrat berfungsi sebagai variabel yang dapat mempengaruhi kadar air perekat. Gambar 2 menampilkan hasil pengujian viskositas dari tiga sampel perekat yang menggunakan pati jagung alami yang telah dimodifikasi dengan asam sitrat.



**Gambar 2.** Grafik Pengaruh penambahan asam sitrat terhadap kadar air perekat

Berdasarkan data pada Gambar 2 penambahan asam sitrat pada perekat, terdapat pengaruh yang signifikan terhadap kadar air. Penambahan asam sitrat sebesar 10 gram menghasilkan kadar air sebesar 12%, penambahan asam sitrat sebesar 11 gram menghasilkan kadar air sebesar 10,95%, dan penambahan asam sitrat sebesar 12 gram menghasilkan kadar air sebesar 14%.

Pengaruh ini dapat dijelaskan melalui ikatan kimia yang terbentuk antara asam sitrat dan pati jagung. Asam sitrat memiliki gugus fungsional yang dapat berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen. Dengan demikian, penambahan asam sitrat dapat meningkatkan daya serap air oleh perekat pati jagung. Semakin banyak asam sitrat yang ditambahkan, semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk antara asam sitrat, air, dan pati jagung. Hal ini menyebabkan meningkatnya kadar air pada perekat. Tetapi dalam penelitian yang dilakukan ini masih ada batasan pada jumlah asam sitrat yang ditambahkan. Pada penambahan asam sitrat sebesar 12 gram, kadar air mencapai 14%. Kemungkinan adanya jumlah asam sitrat yang melebihi batas optimal dapat mengakibatkan efek sebaliknya, yaitu penurunan kadar air perekat.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian adalah:

Karakterisasi perekat pati jagung termodifikasi asam sitrat dalam pengujian viskositas belum memenuhi standar SNI 06-4565-1998 untuk perekat kayu UF sebagai perekat untuk papan partikel. Ini menunjukkan bahwa viskositas perekat pati jagung termodifikasi asam sitrat belum mencapai tingkat

yang diperlukan sesuai dengan standar yang ditetapkan untuk digunakan sebagai perekat pada papan partikel yang menggunakan perekat kayu UF.

Karakteristik kadar air dari perekat menunjukkan bahwa penambahan asam sitrat mempengaruhi kadar air dari perekat pati jagung termodifikasi asam sitrat. Pada penambahan asam sitrat sebanyak 10 g, diperoleh kadar air sebesar 12%. Pada penambahan asam sitrat sebanyak 11 g, diperoleh kadar air sebesar 10,95%. Pada penambahan asam sitrat sebanyak 12 g, diperoleh kadar air sebesar 14%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan asam sitrat pada perekat mempengaruhi kadar air, dengan kadar air yang berbeda pada setiap penambahan asam sitrat.

Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan asam sitrat pada kadar air perekat dalam rentang konsentrasi yang lebih luas.

#### Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan apresiasi kepada semua yang telah berperan dalam penulisan artikel ini.

#### Daftar Pustaka

- [1] A. Haryanto, W. Hidayat, U. Hasanudin, D. A. Iryani, S. Kim, S. Lee, and J. Yoo. 2021, "Valorization of Indonesian Wood Waste through Pyrolysis: A Review". *Energies*, Vol. 14, 1407.
- [2] M. Dunky. 2020, "Wood adhesives based on natural resources: A critical review Part III. Tannin- and lignin-based adhesives. *Rev*". *Adhesion Adhesives*, Vol. 8, 379-525.
- [3] S. Park, B. Jeong and B. Park. 2021, "A Comparison of Adhesion Behavior of Urea-Formaldehyde Resins with Melamine-Urea-Formaldehyde Resins in Bonding Wood". *Forests*, Vol. 12(8), 1037.
- [4] E. Norstrom, L. Fogelstrom, P. Nordqvist, F. Khabbaz, E. Malmstrom. 2014, "Gum dispersions as environmentally friendly wood adhesives". *Industrial Crops and Products*, Vol. 52, 736-744.
- [5] Z. Qiao, J. Gu, S. Lv, J. Cao, H. Tan, and Y. Zhang. 2016, "Preparation and properties of normal temperature cured starch-based wood adhesive," *BioResources*, Vol 11 (2), 4839-4849.
- [6] L. Cheng, H. Guo, Z. Gu, Z. Li, and Y. Hong. 2017, "Effects of compound emulsifiers on properties of wood adhesive with high starch content". *International Journal of Adhesion and Adhesives*, Vol. 72 (8), 92-97.
- [7] V. Hemmila, S. Adamopoulos, O. Karlsson and A. Kumar. 2017, "Development of sustainable bio-adhesives for engineered wood panels – A Review". *The Royal Society of Chemistry*, Vol. 7, 38604–38630.

- [8] G. A. Gebresas, T. Szabó, K. Marossy. 2023, "A comparative study of carboxylic acids on the cross-linking potential of corn starch films". *Journal of Molecular Structure*, Vol. 1277, 134886.
- [9] P. Pichniarczyk, M. Niziurska. 2015, "Properties of ceramic tile adhesives modified by different viscosity hydroxypropyl methylcellulose". *Construction and Building Materials*, Vol 77, 227-232
- [10] Y. Zuo, J. Gu, L. Yang, Z. Qiao, H. Tan, Y. Zhang. 2013, "Synthesis and characterization of maleic anhydride esterified corn starch by the dry method". *International Journal of Biological Macromolecules*, Vol. 62, 241–247.
- [11] SNI (Standar Nasional Indonesia) 06-4565-1998. 2008, Urea formaldehida cair untuk perekat papan partikel. Badan Srandarisasi Nasional, Jakarta.