

**Pengaruh Modifikasi Kimia pada Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*) Menggunakan Cairan Ionik terhadap Struktur dan Sifat Komposit Bambu-Polipropilena**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Kimia



Oleh:

Hesti Setiarahayu

1505184

**PROGRAM STUDI SARJANA (S1) KIMIA  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2019**

# **Pengaruh Modifikasi Kimia pada Bambu Petung (Dendrocalamus Asper) Menggunakan Cairan Ionik terhadap Struktur dan Sifat Komposit Bambu- Polipropilena**

Oleh  
Hesti Setiarahayu

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Sains Program Studi Kimia

© Hesti Setiarahayu 2019  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2019

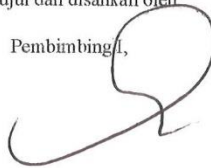
Hak Cipta dilindungi undang-undang.  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

HESTI SETIARAHAYU

**Pengaruh Modifikasi Kimia pada Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*) Menggunakan Cairan Ionik terhadap Struktur dan Sifat Komposit Bambu-Polipropilena**

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Dr. rer. nat. H. Ahmad Mudzakir, M. Si.

NIP. 196611211991031002

Pembimbing II,



Dr. H. Budiman Anwar, S. Si., M. Si.

NIP. 197003131997031004

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Kimia,



Dr. Hendrawan, M. Si.

NIP. 196310291987031001

## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh modifikasi kimia pada bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*) menggunakan cairan ionik terhadap struktur supramolekul, sifat termal, dan sifat mekanik komposit bambu-polipropilena. Tiga cairan ionik baru telah berhasil disintesis dan digunakan untuk tujuan ini, yakni *trietilamonium hidrogen sulfat*, *benzil trietilamonium asetat*, dan *kolinium asetat*. Reaksi kuarterisasi dan pergantian anion digunakan untuk mensintesis tiga cairan ionik ini. Ketiga cairan ionik dikarakterisasi strukturnya menggunakan *Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy* dan *Nuclear Magnetic Resonance (<sup>1</sup>H-NMR) Spectroscopy*, dan sifat termalnya menggunakan *Thermogravimetry-Differential Thermal Analyzer (TG/DTA)*. Bambu hasil perlakuan menggunakan cairan ionik dikarakterisasi menggunakan FTIR, TG/DTA, dan *X-Ray Diffraction (XRD)*. Keberhasilan modifikasi bambu ditunjukkan oleh spektrum FTIR dengan adanya puncak baru dan pergeseran panjang gelombang dari masing-masing bambu termodifikasi cairan ionik. Pada bambu termodifikasi trietilamonium hidrogen sulfat muncul puncak baru pada panjang gelombang 1110,99 cm<sup>-1</sup> dari C-N, 619,14 cm<sup>-1</sup> dari C-H, dan 3396,64 cm<sup>-1</sup> O-H. Pada bambu termodifikasi kolinium asetat muncul puncak baru pada 1107,14 cm<sup>-1</sup> dari C-N, 613,36 cm<sup>-1</sup> dari C-H, dan 3406,29 cm<sup>-1</sup> dari O-H. Pada bambu termodifikasi benzil-trietilamonium muncul puncak baru pada panjang gelombang 1107,14 cm<sup>-1</sup> dari C-N, 613,36 cm<sup>-1</sup> dari C-H, dan 705,95 cm<sup>-1</sup>, 752,23 cm<sup>-1</sup>, 788,88 cm<sup>-1</sup> dari C-H aromatic, dan 3344,57 cm<sup>-1</sup> dari O-H. Selain itu, hasil modifikasi bambu ditunjukkan pula dengan penurunan intensitas puncak fasa kristalin selulosa I dilihat dari puncak XRD. Nilai kristalinitas dari bambu tanpa modifikasi dan bambu termodifikasi cairan ionik *trietilamonium hidrogen sulfat*, *kolinium asetat*, dan *benzil-trietilamonium asetat* secara berurutan adalah 16,3%; 22,4%; 16,3%; dan 14,0%. Komposit bambu-polipropilena dibuat melalui proses *molding*. Komposit dikarakterisasi strukturnya menggunakan FTIR dan XRD, *Scanning Electron Microscope (SEM)*, sifat termalnya menggunakan TG/DTA, dan sifat mekaniknya menggunakan uji tarik (*tensile test*). Perlakuan cairan ionik pada bambu berhasil menurunkan kristalinitas PP dilihat dari puncak XRD dengan nilai persen kristalinitas PP 49,8%, sedangkan komposit PP dengan *filler* bambu unmodified dan bambu dengan modifikasi kimia cairan ionik trietilamonium hidrogen sulfat, kolinium asetat, benzil-trietilamonium asetat secara berurutan adalah 47,7%, 39,9%, 48,6%, dan 49,3% dan interaksi antar bambu termodifikasi dengan polipropilena dilihat dari SEM, serta sifat mekanik yang ditunjukkan oleh kekuatan *tensile* dari PP, komposit dengan *filler* bambu unmodified dan *filler* bambu termodifikasi cairan ionik *trietilamonium hidrogen sulfat*, *kolinium asetat*, dan *benzil trietilamonium asetat* adalah 0,44 MPa, 14,86 MPa, 16,16 MPa, dan 14,31 MPa.

**Kata kunci:** Bambu Petung, Cairan ionik, Komposit bambu/polipropilena, Sifat mekanik

## ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of chemical modification on bamboo Petung (*Dendrocalamus Asper*) in ionic liquids on supramolecular structure, thermal properties, and mechanical properties of bamboo-polypropylene composites. Three new ionic liquids have been successfully synthesized and used for this purpose, namely triethylammonium hydrogen sulfate, benzyl triethylammonium acetate, and calcium acetate. Quaternization reactions and anion changes are used to synthesize these three ionic liquids. The three ionic liquids are characterized by their structure using Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy and Nuclear Magnetic Resonance ( $^1\text{H-NMR}$ ) Spectroscopy, and their thermal properties use Thermogravimetry-Differential Thermal Analyzer (TG / DTA). Bamboo treated using ionic liquids was characterized using FTIR, TG / DTA, and X-Ray Diffraction (XRD). The success of bamboo modification is shown by the FTIR spectrum with the existence of new peaks and wavelength shifts of each bamboo modified with ionic liquids. In modified bamboo triethylammonium hydrogen sulfate a new peak appears at a wavelength of  $1110.99\text{ cm}^{-1}$  from C-N,  $619.14\text{ cm}^{-1}$  from C-H, and  $3396.64\text{ cm}^{-1}$  O-H. In the modified bamboo acetate, new peaks emerge at  $1107.14\text{ cm}^{-1}$  from C-N,  $613.36\text{ cm}^{-1}$  from C-H, and  $3406.29\text{ cm}^{-1}$  from O-H. In modified benzyl-triethylammonium bamboo, new peaks emerge at wavelengths of  $1107.14\text{ cm}^{-1}$  from CN,  $613.36\text{ cm}^{-1}$  from CH, and  $705.95\text{ cm}^{-1}$ ,  $752.23\text{ cm}^{-1}$ ,  $788.88\text{ cm}^{-1}$  from CH aromatic, and  $3344.57\text{ cm}^{-1}$  from OH. In addition, the results of bamboo modification were also shown by decreasing the intensity of the peak of the crystalline phase of cellulose I seen from the peak of XRD. The crystallinity value of bamboo without modification and bamboo modified with ionic liquid triethylammonium hydrogen sulfate, choletium acetate, and benzyl-triethylammonium acetate were 16.3%, respectively; 22.4%; 16.3%; and 14.0%. Bamboo-polypropylene composites are made through a molding process. Composites are characterized by their structure using FTIR and XRD, Scanning Electron Microscope (SEM), their thermal properties using TG / DTA, and their mechanical properties using tensile tests. Ionic liquid treatment on bamboo succeeded in reducing the crystallinity of PP as seen from the XRD peak with a percentage of PP crystallinity 49.8%, while PP composites with unmodified bamboo fillers and bamboo with chemical modification of ionic liquid triethylammonium hydrogen sulfate, calcium acetate, benzyl-triethylammonium acetate in sequence was 47.7%, 39.9%, 48.6%, and 49.3% and the interaction between polypropylene modified bamboo was seen from SEM, as well as the mechanical properties shown by the tensile strength of PP, composites with unmodified bamboo fillers and fillers modified bamboo ionic liquid triethylammonium hydrogen sulfate, calcium acetate, and benzyl triethylammonium acetate are 0.44 MPa, 14.86 MPa, 16.16 MPa and 14.31 MPa.

**Keywords:** Petung Bamboo, Ionic Liquids, Bamboo / Polypropylene Composites, Mechanical Properties



a.	Sintesis Benzil-trietilamonium Klorida	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
b.	Sintesis Benzil-Trietilamonium Asetat	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
c.	Sintesis Cairan Ionik Kolinium Asetat.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2.2.	Modifikasi Bambu Menggunakan Cairan Ionik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV .....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.	Sintesis Cairan Ionik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2.	Sintesis Cairan Ionik Benzil-Trietilamonium Asetat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3.	Sintesis Cairan Ionik Kolinium Asetat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.	Modifikasi Bambu Menggunakan Cairan Ionik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.	Pembuatan Komposit Bambu-Polipropilena .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.	Karakterisasi Struktur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.1.	Analisis <sup>1</sup> H-NMR .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.1.1.1.	Cairan Ionik Trietilamonium Hidrogen Sulfat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.1.1.2.	Cairan Ionik Benzil-Trietilamonium Asetat	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.1.1.3.	Cairan Ionik Kolinium Asetat.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.2.	Analisis FTIR .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.2.1.1.	Cairan Ionik Trietilamonium Hidrogen Sulfat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.2.1.2.	Cairan Ionik Benzil-Trietilamonium Asetat	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.2.1.3.	Cairan Ionik Kolinium Asetat.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.2.2.	Analisis FTIR Bambu Modifikasi Cairan Ionik	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.2.3.	Analisis FTIR Komposit Bambu-Polipropilena	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5.	Analisis Fisikokimia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.3.	Analisis TG/DTA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.3.1.2.	Cairan Ionik Benzil-Trietilamonium Asetat	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.3.1.3.	Cairan Ionik Kolinium Asetat.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.3.2.	Analisis TG/DTA Bambu Modifikasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

4.4.3.3. Analisis TG/DTA Komposit Bambu-Polipropilena .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.4. Analisis XRD .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.4.2. Analisis XRD Komposit Bambu-Polipropilena .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.5. Analisis SEM .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4.6. Uji Sifat Mekanik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KESIMPULAN DAN SARAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 1. Perhitungan Randemen .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 3. Spektrum FTIR .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 4. Termogram TG/DTA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 5. Difraktogram XRD .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 6. Spektrum <sup>1</sup> H-NMR .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran 7. Kurva Tensile Test .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
RIWAYAT HIDUP .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya. (2011). *Pengolahan Limbah Plastik dengan Metode Daur Ulang (Recycle)*. Care Environmental Organization. Diakses: <http://careenvironmentalorganization>.
- Bagheri, M., Rodri'guez, H., Swatloski, R. P., Spear, S. K., Daly, D. T., Rogers, R. D. (2008). *Ionic Liquid-Based Preparation of Cellulose-Dendrimer Films as Solid Supports For Enzyme Immobilization*. *Biomacromol* 9:381–387.
- Billmeyer, F. W. Jr. (1984). *Text Book of Polymer Science, 3rd ed.* New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Borysiak, S., Zasadzinska, A. G., Oladanowska, M., Skrzypczak, A., Ratajczak, I. (2018). *The Effect of Chemical Modification of Wood in Ionic Liquids on The Supramolecular Structure and Mechanical Properties of Wood/Polypropylene Composites*. *Cellulose*, 25:4639-4652.
- Callister, W. D. Jr., 2005. (2005). *Materials Science and Engineering, An Introduction, 2nd ed.* New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Crawford, R. L. (1981). *Lignin biodegradation and transformation*. John Wiley and Sons, New York.
- Dupont, J. (2004). *On the Solid, Liquid and Solution Structural Organization of Imidazolium Ionic Liquids*. *J Braz.Chem.Soc*, 15(3), 341-350.
- Fried, J. R. (1995). *Polymer Science and Technology*. New Jersey: Prentice Hall International.
- Gordon, C. M., (2013). *Synthesis and Purification of Ionic Liquid*. Wasserscheid dan T. Welton (Eds.).
- Gschwend, F. J. V., Talbot, A. B., Chambon, C. L., Hallet, J. P. (2017). *Ultra-Low Cost Ionic Liquids for the Delignification of Biomass*. American Chemical Society.
- Janssen, J. J.A. (1981). *Bamboo in Building Structure*. Dissertation published at the Technical University of Eindhoven.
- Jun, B. J. H., Juwono, A. L. (2010). *Studi Perbandingan Sifat Mekanik Polypropilene Murni dan Daur Ulang*. *Makara, Sains*, Vol. 14 No. 1.
- Liese, W. (1985). *Bamboos – Biology, Silvics, Properties, Utilization (eng. text by B.Jackson)*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (DTZ) GmbH, Eschborn.

- Liu, C. F., Sun, R. C., Zhang, A. P., Ren, J. L. (2007). *Preparation of Sugarcane Bagasse Cellulosic Phthalate Using An Ionic Liquid as Reaction Medium*. Carbohydr Polym 68:17–25.
- Oka, G. M. (2005). *Cara Penentuan Kelas Kuat Acuan Bambu Petung*. MEKTEK, Bambu Indonesia.
- Mimehdi, M. (2016). *The Effect of Bamboo Species and Adhesive Type on Mechanical Properties of Laminated Bamboo Lumber (LBL)*. Research Proposal, Universidade Federal de Lavras (UFLA).
- Morisco. (1999). *Rekayasa Bambu*. Nafiri Offset, Yogyakarta.
- Mudzakir, A. (2004). *Zur Chemie des carbenanologen 1,3-Dimethyl-1,2,3-benzotriazolium-iodid*. Universitas Madegburg (Disertasi).
- Ninomiya, K. (2017). *Ionic Liquid Pretreatment of Bagasse Improves Mechanical Property of Bagasse/Polypropylene Composites*. Ind Crops Prod 109:158–162.
- Schenzel, A., Hufendiek, A., Barner-Kowollik, C., Meier, M. A. R. (2014). *Catalytic Transesterification of Cellulose In Ionic Liquids: Sustainable Access To Cellulose Esters*. Green Chem16:3266–3271.
- Suratno, B. R. (2000). *Pengaruh Kondisi Perlakuan Serat Kayu terhadap Sifat Mekanis dari Komposit Serat Kayu/Polipropilena*. Prosiding Simposium Nasional Polimer IV.
- Wu, J., Zhang, J., Zhang, H., He, J., Ren, Q., Guo, M. (2004). *Homogeneous Acetylation of Cellulose In A New Ionic Liquid*. Biomacromolecules 5:266–268.
- Xie, H., King, A., Kilpelainen, I., Granstrom, M., Argyropoulos, D. S. (2007). *Thorough Chemical Modification of Wood-Based Lignocellulosic Materials In Ionic Liquids*. Biomacromolecules 8:3740–3748.
- Yu, X. (2007). *Bamboo: Structure and Culture*. Essen, 14.05.2007.
- Zahari, S. M. S. N. S., Azman, H., Karim, L. (2018). *Triethylammonium Hydrogen Sulfate Ionic Liquid As A Low-Cost Solvent: A Short Review of Synthesis, Analysis and Applications*. MATEC Web of Conferences 204, IMIEC 2018.
- Zhang, J., Wu, J., Cao, Y., Sang, S., Zhang, J., He, J. (2009). *Synthesis of Cellulose Benzoates Under Homogeneous Conditions In An Ionic Liquid*. Cellulose 16:299–308.

