

SKRIPSI

Analisis Tekno Ekonomi Fabrikasi Bambu Petung Superhidrofobik Menggunakan Seng Oksida Berukuran Nano dan Berstruktur Jaringan

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



Oleh :
Tri Suhartono
1607509

PROGRAM STUDI SARJANA (S1) KIMIA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU
PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2020

**Analisis Tekno Ekonomi Fabrikasi Bambu Petung Superhidrofobik
Menggunakan Seng Oksida Berukuran Nano dan Berstruktur Jaringan**

**Oleh :
Tri Suhartono
1607509**

**Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Kimia Departemen
Pendidikan Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
alam**

**© Tri Suhartono
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2020**

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.**

TRI SUHARTONO

**Analisis Tekno Ekonomi Fabrikasi Bambu Petung Superhidrofobik
Menggunakan Seng Oksida Berukuran Nano dan Berstruktur Jaringan**

disetujui dan disahkan oleh

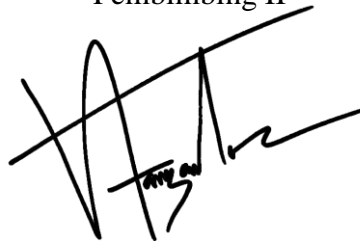
Pembimbing I



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

NIP. 196611211991031002

Pembimbing II



Dr. Eng. Asep Bayu Dani N, S.T., M.Eng.

NIP. 198309192012121002

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Kimia



Dr. Hendrawan, M.Si.

NIP. 196309111989011001

Tri Suhartono, 2020

**ANALISIS TEKNO EKONOMI FABRIKASI BAMBU PETUNG SUPERHIDROFOBİK MENGGUNAKAN SENG
OKSIDA BERUKURAN NANO DAN BERSTRUKTUR JARINGAN**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk menggantikan kebutuhan kayu masyarakat dengan menganalisis fabrikasi bambu petung (*Dendrocalamus asper*) superhidrofobik menggunakan seng oksida (ZnO) berukuran nano dan berstruktur jaringan menggunakan cairan ionik sebagai mediumnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi produksi Bambu Petung Superhidrofobik dari skala laboratorium ke skala industri dengan metode *Techno Economic Analysis* (TEA). Evaluasi ekonomi dilakukan dari perspektif rekayasa dan ekonomi. Dari evaluasi rekayasa, menunjukkan bahwa produksi Bambu Petung Superhidrofobik prospektif menggunakan metode dan teknologi saat ini. Dari segi ekonomi, hasilnya menunjukkan bahwa produksi Bambu Petung Superhidrofobik di skala industri dapat menguntungkan dengan kondisi tertentu; berkaitan dengan bahan baku, harga jual, gaji pegawai, *fixed cost*, jumlah pegawai, utilitas, *total variable cost* dan pajak pemasukan. Semua parameter evaluasi memberikan harga positif. Studi ini memberikan peluang bisnis yang cukup menjanjikan untuk produksi Bambu Petung Superhidrofobik di dunia industri. Hasilnya cukup bermanfaat jika dilihat dari beberapa faktor seperti CNPV (*Cumulative Net Present Value*)/investasi selama 10 tahun, BEP (*Break Event Point*) yang cukup rendah dengan hanya 1 produksi/hari, dan PBP (*Pay Back Period*) yang cepat kurang dari 3 tahun. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa produksi Bambu Petung Superhidrofobik akan menjadi proyek yang menjanjikan. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa struktur permukaan bambu petung termodifikasi menjadi kasar dan berpori karena adanya lapisan lembaran ZnO. Sifat hidrofobisitas bambu petung termodifikasi sangat tinggi dengan nilai WCA (*Water Contact Angle*) sebesar 161° yang membuktikan sifat superhidrofobisitas pada permukaannya. Sifat stabilitas termal bambu petung termodifikasi sangat tinggi dengan maksimal laju degradasi yang terendah dengan persentase penurunan berat sebesar 73,2%.

Kata kunci: Bambu Petung, Superhidrofobik, Cairan ionik, ZnO, Nano, dan Analisis Ekonomi.

ABSTRACT

The study was conducted to replace the community's need for wood by analyzing superhydrophobic petung (*Dendrocalamus asper*) bamboo fabrications using nano-sized zinc oxide (ZnO) and tissue structure using ionic liquids as the medium. The purpose of this study is to evaluate the production of Superhydrophobic Petung Bamboo from a laboratory scale to an industrial scale using the Techno Economic Analysis (TEA) method. Economic evaluation is carried out from an engineering and economic perspective. From the engineering evaluation, it shows that prospective Superhydrophobic Bamboo Petung production uses current methods and technology. From an economic perspective, the results show that the production of superhydrophobic bamboo in industrial scale can be profitable under certain conditions; relating to raw materials, selling prices, employee salaries, fixed costs, number of employees, utilities, total variable costs and income tax. All evaluation parameters give a positive price. This study provides a promising business opportunity for the production of Superhydrophobic Bamboo Petung in the industrial world. The results are quite useful if seen from several factors such as CNPV (Cumulative Net Present Value) / investment for 10 years, BEP (Break Event Point) which is quite low with only 1 production / day, and PBP (Pay Back Period) which is fast less than 3 year. The results of this study prove that Superhydrophobic Bamboo Petung production will be a promising project. The results of the literature study show that the surface structure of the modified petung bamboo becomes rough and porous due to the presence of ZnO sheeting. The hydrophobicity of the modified petung bamboo is very high with a WCA (Water Contact Angle) value of 161 ° which proves the nature of superhydrophobicity on its surface. The thermal stability properties of modified petung bamboo are very high with the lowest maximum degradation rate with a weight reduction percentage of 73.2%.

Keywords: Petung Bamboo, Superhydrophobics, Ionic Liquids, ZnO, Nano, and Economic Analysis.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Techno Economic Analysis (TEA)	4
2.2. Bambu Petung	6
2.3. Cairan Ionik	8
2.4. Modifikasi Permukaan	8
2.5. Cairan Ionik sebagai Medium Sintesis Lembaran Nano ZnO	10
BAB III	12
METODE PENELITIAN	12
3.1. Jenis Penelitian	12
3.2. Metode Studi Literatur	12
3.3. Alur Penelitian	14
3.3.1. Metode Sintesis Cairan Ionik	14
3.3.2. Metode Sintesis Sol ZnO	15
3.3.3. Metode Fabrikasi Bambu Petung Superhidrofobik	16
3.4. Metode Pemodelan	17
3.5. Metode Techno Economic Analysis (TEA)	17

Tri Suhartono, 2020

ANALISIS TEKNO EKONOMI FABRIKASI BAMBU PETUNG SUPERHIDROFOBİK MENGGUNAKAN SENG OKSIDA BERUKURAN NANO DAN BERSTRUKTUR JARINGAN

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

BAB IV	19
TEMUAN DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Hasil Studi Literatur	19
4.1.1. Sintesis Cairan Ionik	19
4.1.2. Sintesis Sol ZnO	20
4.1.2.1. Pemodelan Software Chemdraw	21
4.1.2.2. Pemodelan Software Hyperchem	22
4.1.3. Fabrikasi Bambu Petung Superhidrofobik	24
4.2. Techno Economic Analysis (TEA)	29
4.2.1. Process Flow Diagram (PFD)	29
4.2.2. Perspektif Rekayasa	30
4.2.3. Evaluasi ekonomi pada kondisi ideal	32
4.2.4. Evaluasi ekonomi pengaruh bahan baku	33
4.2.5. Evaluasi ekonomi pengaruh harga jual	34
4.2.6. Evaluasi ekonomi pengaruh pajak penghasilan	34
4.2.7. Evaluasi ekonomi pengaruh Fixed Cost	35
4.2.8. Evaluasi ekonomi pengaruh gaji pegawai	36
4.2.9. Evaluasi ekonomi pengaruh utilitas	37
4.2.10. Evaluasi ekonomi pengaruh jumlah pegawai	37
BAB V	39
SIMPULAN DAN SARAN	39
5.1. Simpulan	39
5.2. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	44
A. Data Analisis Keuangan	44
B. Data Total Invest	44
C. Data Produksi Cost	45
D. Data Keuntungan	46
E. Data Fixed Cost-Variable Cost BEP	46
F. Data Pemodelan Software Chemdraw	46
G. Riwayat Hidup	49

Tri Suhartono, 2020

ANALISIS TEKNO EKONOMI FABRIKASI BAMBU PETUNG SUPERHIDROFOBİK MENGGUNAKAN SENG OKSIDA BERUKURAN NANO DAN BERSTRUKTUR JARINGAN

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1.** Mekanisme Sintesis 3-benzyl-1-metil-benzotriazolium klorida
11
- Gambar 3. 1.** Bagan Alir Penelitian 14
- Gambar 3. 2.** Bagan Alir Sintesis Cairan Ionik 14
- Gambar 3. 3.** Persamaan Reaksi Sintesis Cairan Ionik 15
- Gambar 3. 4.** Bagan Alir Sintesis Sol ZnO 15
- Gambar 3. 5.** Interaksi Cairan Ionik dan $Zn(OH)_2$ - pada proses Hidrotermal. Diadopsi berdasarkan penelitian Singh et al (2012). 16
- Gambar 3. 6.** Proses Pengambilan Spesimen Daging Bambu Petung 16
- Gambar 3. 7.** Bagan Alir Preparasi Bambu Petung 16
- Gambar 3. 8.** Bagan Alir Fabrikasi Bambu Petung 16
- Gambar 3. 9.** Set Alat Fabrikasi Bambu Petung dengan Metode Hidrotermal
17
- Gambar 4. 1.** Interaksi Cairan Ionik dan $Zn(OH)_2$ - pada proses Hidrotermal. Diadopsi berdasarkan penelitian Singh et al (2012). 20
- Gambar 4. 2.** Struktur Kation 3-benzyl-1-metil-benzotriazolium 21
- Gambar 4. 3.** Spektra 1H -NMR Kation 3-benzyl-1-metil-benzotriazolium 21
- Gambar 4. 4.** Spektra ^{13}C -NMR Kation 3-benzyl-1-metil-benzotriazolium
22
- Gambar 4. 5.** Struktur Kation 3-benzyl-1-metil-benzotriazolium Hasil Optimasi Geometri 23
- Gambar 4. 6.** Spektrum FTIR Kation 3-benzyl-1-metil-benzotriazolium Hasil Pemodelan 23
- Gambar 4. 7.** Hasil pengujian SEM (a) Bambu Petung Murni dan (b) Bambu Petung Superhidrofobik. Diadopsi dari penelitian Li et al (2014). 25
- Gambar 4. 8.** Hasil pengujian Energi Dispersif Sinar-X Bambu Petung Superhidrofobik. Diadopsi dari penelitian Li et al (2014). 26
- Gambar 4. 9.** Hasil pengujian Difraksi Sinar X (XRD). Diadopsi dari penelitian Li et al (2014).26
- Gambar 4. 10.** Bentuk Tetesan Air pada (a) Bambu Petung Murni (b) Bambu Petung Superhidrofobik. Diadopsi dari penelitian Li et al (2014). 27

- Gambar 4. 11.** Kurva TG-DTA (Termal Gravimetri-Differential Termal Analysis) dari Bambu Petung Murni dan Bambu Petung Superhidrofobik. Diadopsi dari penelitian Li et al (2014). 28
- Gambar 4. 12.** Proses diagram alur produksi Bambu Petung Superhidrofobik 30
- Gambar 4. 13.** Biaya bahan baku, utilitas, dan tenaga kerja dalam produksi Bambu Petung Superhidrofobik 32
- Gambar 4. 14.** Kurva GPM (Gross Provit Margin) perubahan harga bahan baku pada produksi Bambu Petung Superhidrofobik 32
- Gambar 4. 15.** Kondisi ideal untuk CNPV di bawah berbagai parameter evaluasi ekonomi produksi Bambu Petung Superhidrofobik 33
- Gambar 4. 16.** Kurva CNPV dalam berbagai kondisi biaya bahan baku produksi Bambu Petung Superhidrofobik 34
- Gambar 4. 17.** Kurva CNPV dalam berbagai kondisi harga penjualan produksi Bambu Petung Superhidrofobik 34
- Gambar 4. 18.** Kurva CNPV di bawah berbagai kondisi pajak penghasilan produksi Bambu Petung Superhidrofobik 35
- Gambar 4. 19.** Kurva CNPV di bawah berbagai kondisi Fixed Cost produksi Bambu Petung Superhidrofobik 36
- Gambar 4. 20.** Kurva CNPV di bawah berbagai kondisi gaji pegawai produksi Bambu Petung Superhidrofobik 36
- Gambar 4. 21.** Kurva CNPV di bawah berbagai kondisi utilitas produksi Bambu Petung Superhidrofobik 37
- Gambar 4. 22.** Kurva CNPV di bawah berbagai kondisi jumlah pegawai produksi Bambu Petung Superhidrofobik 38
- Gambar 4. 23.** Kurva CNPV di bawah berbagai kondisi total variable cost produksi Bambu Petung Superhidrofobik. 38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat Mekanik Bambu Petung	7
Tabel 2. 2. Komposisi Kimia Bambu	8
Tabel 3. 1. Daftar Data Sekunder Hasil Studi Literatur	12
Tabel 4. 1. Prediksi Spektrum FTIR 1-benzyl-3-metil-benzotriazolium	23
Tabel 4. 2. Beberapa Bahan Baku Yang Digunakan Dalam Produksi Bambu Petung Superhidrofobik	31

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, E.E.M. and Luyt, A.S., 2012. Effects of organic peroxide and polymer chain structure on morphology and thermal properties of sisal fibre reinforced polyethylene composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 43(4), pp.703-710.
- Al-Mohammed, N.N., Hussen, R.S.D., Alias, Y. and Abdullah, Z., 2015. Tris-imidazolium and benzimidazolium ionic liquids: a new class of biodegradable surfactants. *RSC Advances*, 5(4), pp.2869-2881.
- Baker, J. D. (2016). The Purpose, Process, and Methods of Writing a Literature Review. *AORN Journal*, 103(3), 265–269.
- Brehm, M., Pulst, M., Kressler, J. and Sebastiani, D., 2019. Triazolium-Based Ionic Liquids: A Novel Class of Cellulose Solvents. *The Journal of Physical Chemistry B*, 123(18), pp.3994-4003.
- Chen, J., & Houk, K. N. (1998). *Molecular Modeling: Principles and Applications* By Andrew R. Leach. Addison Wesley Longman Limited: Essex, England, 1996. 595 pp. ISBN 0-582-23933-8. \$35. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, 38(5), 939. <https://doi.org/10.1021/ci9804241>
- Dupont, J., 2004. On the solid, liquid and solution structural organization of imidazolium ionic liquids. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 15(3), pp.341-350.
- Essabir, H., Hilali, E., Elgharad, A., El Minor, H., Imad, A., Elamraoui, A. and Al Gaoudi, O., 2013. Mechanical and thermal properties of bio-composites based on polypropylene reinforced with Nut-shells of Argan particles. *Materials & Design*, 49, pp.442-448.
- Fatriasari, W., & Hermiati, E. (2006). Analisis morfologi serat dan sifat fisis kimia beberapa jenis bambu sebagai bahan baku pulp dan kertas. *UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial-LIPI. Jakarta*.
- Forsyth, S.A. and MacFarlane, D.R., 2003. 1-Alkyl-3-metilbenzotriazolium salts: ionic solvents and electrolytes. *Journal of Materials Chemistry*, 13(10), pp.2451-2456.

- Hagiwara, R. and Ito, Y., 2000. Room temperature ionic liquids of alkylimidazolium cations and fluoroanions. *Journal of Fluorine Chemistry*, 105(2), pp.221-227.
- Han, S., Li, J., Zhu, S., Chen, R., Wu, Y., Zhang, X. and Yu, Z., 2009. Potential applications of ionic liquids in wood related industries. *BioResources*, 4(2), pp.825-834.
- Kadariah, L. K. (1988). dan C. Gray. "Evaluasi Proyek Analisa Ekonomis". LPFE-UI. Jakarta.
- Kaminski, S., Lawrence, A., Trujillo, D. and King, C., 2016. Structural use of bamboo Part 3: design values. *Struct Eng*, 94(12), pp.42-45.
- Kaur, P.J., Satya, S., Pant, K.K. and Naik, S.N., 2016. Eco-friendly preservation of bamboo species: traditional to modern techniques. *BioResources*, 11(4), pp.10604-10624.
- Khalil, H.A., Bhat, I.U.H., Jawaid, M., Zaidon, A., Hermawan, D. and Hadi, Y.S., 2012. Bamboo fibre reinforced biocomposites: A review. *Materials & Design*, 42, pp.353-368.
- Kot, M. and Kowaluk, G., 2010. Wood hydrophobization by ammonium ionic liquids. *Drewno. Prace Naukowe. Doniesienia. Komunikaty*, 53(184).
- Li, J., Sun, Q., Yao, Q., Wang, J., Han, S. and Jin, C., 2015. Fabrication of robust superhydrophobic bamboo based on ZnO nanosheet networks with improved water-, UV-, and fire-resistant properties. *Journal of Nanomaterials*.
- Li, X., Lei, B., Lin, Z., Huang, L., Tan, S. and Cai, X., 2014. The utilization of bamboo charcoal enhances wood plastic composites with excellent mechanical and thermal properties. *Materials & Design*, 53, pp.419-424.
- Lu, K.T., 2006. Effects of hydrogen peroxide treatment on the surface properties and adhesion of ma bamboo (*Dendrocalamus latiflorus*). *Journal of Wood Science*, 52(2), pp.173-178.
- Miyafuji, H., 2015. Application of ionic liquids for effective use of woody biomass. *Journal of wood science*, 61(4), pp.343-350.
- Mudzakir, A., Aisyah, S., Kadarohman, A., Anwar, B. and Setiadi, Y., 2012. Garam 1, 3-Alkylmetil-1, 2, 3-benzotriazolium: Sistem Pelarut Ionik Baru pada

- Proses Pelarutan dan Rekonstitusi Selulosa. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia*, 10(2), pp.1-13.
- Nandiyanto, A. B. D., Hayati, W. R., Aziz, T. A., Ragadhita, R., Abdullah, A. G., & Widiaty, I. (2018). Engineering Analysis and Economic Evaluation of the Synthesis of Composite CuO/ZnO/ZrO₂ Nanocatalyst. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 306(1), pp.012012.
- Nandiyanto, A. B. D. (2018). Cost analysis and economic evaluation for the fabrication of activated carbon and silica particles from rice straw waste. *Journal of Engineering Science and Technology*, 13(6), 1523-1539.
- Pernak, J., Smiglak, M., Griffin, S.T., Hough, W.L., Wilson, T.B., Pernak, A., Zabielska-Matejuk, J., Fojutowski, A., Kita, K. and Rogers, R.D., 2006. Long alkyl chain quaternary ammonium-based ionic liquids and potential applications. *Green Chemistry*, 8(9), pp.798-806.
- Raoufi, D. and Raoufi, T., 2009. The effect of heat treatment on the physical properties of sol-gel derived ZnO thin films. *Applied surface science*, 255(11), pp.5812-5817.
- Sabbaghan, M., Shahvelayati, A.S. and Bashtani, S.E., 2012. Synthesis and optical properties of ZnO nanostructures in imidazolium-based ionic liquids. *Solid state sciences*, 14(8), pp.1191-1195.
- Selvam, S., Gandhi, R.R., Suresh, J., Gowri, S., Ravikumar, S. and Sundrarajan, M., 2012. Antibacterial effect of novel synthesized sulfatd β -cyclodextrin crosslinked cotton fabric and its improved antibacterial activities with ZnO, TiO₂ and Ag nanoparticles coating. *International journal of pharmaceutics*, 434(1- 2), pp.366-374.
- Sharma, B., Gatóo, A. and Ramage, M.H., 2015. Effect of processing methods on the mechanical properties of engineered bamboo. *Construction and Building Materials*, 83, pp.95-101.
- Singh, T., Trivedi, T.J. and Kumar, A., 2012. Ionic liquid-assisted preparation of ZnO nanostructures. *Nanomaterials and Energy*, 1(4), pp.207-215.
- Sukirno, S. (2004). *Makroekonomi teori pengantar*. Jakarta: PT Raja Grafindo Perkasa.

- Verbaan, B. (2001). *Financial Management and Engineering Project Investment Analysis*, diterjemahkan oleh Kustiani: Jakarta.
- Viel, Q., 2013. Interface properties of bio-based composites of polylactic acid and bamboo fibers.
- Wang, X., Keplinger, T., Gierlinger, N. and Burgert, I., 2014. Plant material features responsible for bamboo's excellent mechanical performance: a comparison of tensile properties of bamboo and spruce at the tissue, fibre and cell wall levels. *Annals of botany*, 114(8), pp.1627-1635.
- Wang, X., Liu, W., Liu, J., Wang, F., Kong, J., Qiu, S., He, C. and Luan, L., 2012. Synthesis of nestlike ZnO hierarchically porous structures and analysis of their gas sensing properties. *ACS applied materials & interfaces*, 4(2), pp.817-825.
- Welton, T., 1999. Room-temperature ionic liquids. Solvents for synthesis and catalysis. *Chemical reviews*, 99(8), pp.2071-2084.
- Yang, H., Yan, R., Chen, H., Lee, D.H. and Zheng, C., 2007. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. *Fuel*, 86(12-13), pp.1781-1788.
- Zhang, S., Hou, Y., Huang, W. and Shan, Y., 2005. Preparation and characterization of novel ionic liquid based on benzotriazolium cation. *Electrochimica acta*, 50(20), pp.4097-410