

ANALISIS TEKNO-EKONOMI PRODUKSI ADHESIF BERBASIS CAIRAN
IONIK UNTUK FABRIKASI BAMBU LAMINAR

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Program Studi Kimia



oleh
Tris Suryani
1606327

PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2020

ANALISIS TEKNO-EKONOMI PRODUKSI ADHESIF BERBASIS CAIRAN
IONIK UNTUK FABRIKASI BAMBU LAMINAR

oleh
Tris Suryani

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Tris Suryani 2020
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2020

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruh atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

TRIS SURYANI

ANALISIS TEKNO-EKONOMI PRODUKSI ADHESIF BERBASIS CAIRAN
IONIK UNTUK FABRIKASI BAMBU LAMINAR

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



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

NIP. 196611211991031002

Pembimbing II



Dr. Soja Siti Fatimah, M.Si.

NIP. 196802161991022001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Kimia



Dr. Hendrawan, M.Si.

NIP. 196309111989011001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**ANALISIS TEKNO-EKONOMI PRODUKSI ADHESIF BERBASIS CAIRAN IONIK UNTUK FABRIKASI BAMBU LAMINAR**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2020
Yang membuat pernyataan

Tris Suryani
NIM. 1606327

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan karunia, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “**Analisis Tekno-Ekonomi Produksi Adhesif Berbasis Cairan Ionik untuk Fabrikasi Bambu Laminar**” untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains pada Program Studi Kimia, Departemen Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat baik bagi penulis maupun bagi para pembaca. Penulis juga menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar dapat memperbaiki pembuatan karya ilmiah selanjutnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Bandung, Agustus 2020

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orangtua (Bapak Dede, Bapak Sahroni dan Ibu Cacah), Egi Susanto selaku kakak dan Ratih Pratiwi selaku kakak ipar serta keluarga besar Alm. Bapak Sutarno yang ikut serta mendukung dan mendoakan yang terbaik untuk penulis.
2. Bapak Dr. rer. nat. H. Ahmad Mudzakir, M.Si. selaku pembimbing pertama yang telah memberikan ilmu, waktu, kritik dan saran serta kesabaran dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Soja Siti Fatimah, M.Si. selaku pembimbing kedua sekaligus dosen wali kelas yang selalu bersedia meluangkan waktunya ketika dimintai saran oleh penulis baik terkait skripsi maupun hal lainnya.
4. Bapak Dr. Eng. Asep Bayu Dani N, S.T., M.Eng. yang telah membantu mengarahkan penulis dalam menganalisis tekno-ekonomi pada skripsi ini.
5. Bapak Dr. Budiman Anwar, M.Si. selaku ketua KBK Kimia Material, Ibu Fitri Khoerunnisa, Ph.D. selaku ketua Program Studi Kimia dan Bapak Dr. Hendrawan, M.Si. selaku ketua Departemen Pendidikan Kimia.
6. Seluruh dosen dan staf administrasi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Departemen Pendidikan Kimia.
7. Teman-teman kelas kimia D 2016, KBK Material dan teman-teman seperbimbingan.
8. Adinda Saraswati, Intan Sulistyani, Maudy Shintia, Nia Purnamaningsih, Nurul Aeni Azhar, Yustika Desti Yolanda, dan Erwin Jatnika Rivana.
9. Pihak-pihak lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah mendukung dan mendoakan penulis untuk menyelesaikan skripsi dan dalam hal lainnya.

Bandung, Agustus 2020

Penulis

ABSTRAK

Adhesif yang digunakan dalam pemrosesan bambu laminar pada umumnya bersifat toksik dan tidak ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tekno-ekonomi dari produksi cairan ionik dan bambu laminar. Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi: studi literatur, pemodelan 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat dan 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat menggunakan perangkat lunak ChemDraw dan Hyperchem untuk mengidentifikasi spektrum NMR dan IR, serta perangkat lunak Chemaxon untuk mengetahui polarisabilitas dan halangan sterik, evaluasi dengan dua model studi kelayakan, yakni: analisis teknis dan evaluasi ekonomi. Analisis didukung dengan data yang diperoleh berdasarkan situs jual beli *online* yang tersedia. Perhitungan dilakukan dalam kondisi ideal selama 20 tahun produksi. Evaluasi ekonomi dilakukan dengan 9 kondisi variasi total *variable cost, sales, fixed cost, utilitas, incoming tax, raw material, labor, pack*, dan jumlah pekerja. Hasil studi literatur menunjukkan peningkatan kadar adhesif mengakibatkan meningkatnya MOR dan MOE. Hasil pemodelan mengindikasikan bahwa kation benzimidazolium memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan kation benzotriazolium. Berdasarkan hasil evaluasi, indeks laba stabil untuk beberapa perubahan dalam nilai parameter. Perubahan parameter menghasilkan nilai positif yang mengimplikasikan bahwa proyek layak untuk dijalankan secara komersial dalam skala besar. Penelitian ini menunjukkan bahwa cairan ionik dapat digunakan sebagai bahan adhesif bambu laminar dan produksi adhesif cairan ionik untuk fabrikasi bambu laminar memberikan keuntungan yang menjanjikan di negara berkembang dan menarik investor asing untuk bekerja sama dalam sintesis cairan ionik dan pembuatan bambu laminar.

Kata kunci: adhesif, bambu laminar, cairan ionik, evaluasi ekonomi

ABSTRACT

Adhesives used in laminar bamboo processing are generally exhibit toxicity properties and are not eco friendly. This study aims to analyze the techno-economy of ionic liquid production and laminar bamboo. Research stages include: literature study, modelling of 1-benzil-3-metil-benzotriazolium acetate and 1-benzil-3-metil-benzimidazolium acetate using ChemDraw and Hyperchem software to determine the NMR and IR spectra, while Chemaxon software was used to determine the polarizability and steric hindrance, evaluation was carried out using two feasibility models: technical analysis and economic evaluation. To support the analysis, all data was taken based on the available online marketplace websites. All calculations was carried out under ideal conditions for 20 years of production. The economic evaluation was carried out by providing nine conditions of variation in the total variable cost, sales, fixed cost, utility, incoming tax, raw material, labor, pack and number of workers. Literature study displayed that the increase of adhesive levels resulted in the increase of MOR and MOE values. Modelling result implicated that the benzimidazolium cation has better performance than the benzotriazolium cation. Based on the evaluation, stable earnings index was achieved due to some changes in parameter values. All parameter changes resulted in positive value, indicating that the project is feasible to run commercially on a large scale. Research result has shown that ionic liquids can be used as laminar bamboo adhesives and the production ionic liquid adhesives for laminar bamboo fabrication provides promising advantages in developing countries and attract foreign investors to cooperate in ionic liquid synthesis and laminar bamboo manufacture.

Keywords: *adhesives, laminar bamboo, ionic liquids, economic evaluation.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMAKASIH.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Bambu dan Bambu Petung (<i>Dendrocalamus Asper</i>) sebagai Material Konstruksi	5
2.2 Bambu Laminar sebagai Produk Hasil Nilai Tambah Bambu Petung	5
2.3 Adhesif pada Pemrosesan Bambu Laminar.....	6
2.3.1 Adhesif Urea Formaldehyde (UF).....	7
2.3.2 Adhesif Melamine Formaldehyde (MF).....	7
2.3.3 Adhesif Polyvinyl Acetate (PVA).....	7
2.4 Adhesif Bambu Laminar Berbasis Cairan Ionik	7
2.5 Karakterisasi Cairan Ionik.....	10
2.5.1 Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti Proton (^1H NMR)	10
2.5.2 Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti Karbon (^{13}C NMR)	10
2.5.3 Spektroskopi Infra Red (IR)	11
2.5.4 Polarisabilitas	11
2.5.5 Halangan Sterik	12

2.6 Sifat Fisiko-Mekanik Bambu Laminar.....	12
2.6.1 Massa Jenis.....	12
2.6.2 Penyusutan	12
2.6.3 Dampak Kekuatan Lentur	12
2.6.4 Modulus Patah (MOR)	13
2.6.5 Modulus Elastisitas (MOE).....	13
2.6.6 Kuat Tekan Maksimum yang sejajar dengan serat (MCS//)	13
2.7 Analisis Tekno-Ekonomi.....	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian	16
3.2 Diagram Alir	16
3.3 Studi Literatur	17
3.4 Pengumpulan Data	18
3.5 Analisis Data	18
3.6 Penelusuran Jurnal Rujukan	18
3.7 Seleksi Jurnal Rujukan	18
3.8 Abstraksi Jurnal Rujukan	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Studi Literatur Sintesis Cairan Ionik 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat dan 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat.....	21
4.2 Pemodelan Cairan Ionik 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat dan 1- benzil-3-metil-benzimidazolium asetat	22
4.2.1 Prediksi ¹ H NMR 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat	22
4.2.2 Prediksi ¹³ C NMR 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat	24
4.2.3 Prediksi IR 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat	27
4.2.4 Prediksi ¹ H NMR 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat	29
4.2.5 Prediksi ¹³ C NMR 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat	31
4.2.6 Prediksi IR 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat.....	34
4.2.7 Prediksi Polarisabilitas dan Halangan Sterik Cairan Ionik	35
4.3 Studi Literatur Pembuatan Bambu Laminar.....	41
4.4 Studi Literatur Sifat Fisiko-Mekanik Bambu Laminar	42
4.4.1 Massa Jenis.....	42

4.4.2 Penyusutan Longitudinal.....	43
4.4.3 Penyusutan Tangensial.....	43
4.4.4 Penyusutan Radial.....	44
4.4.5 Penyusutan Volumetrik.....	44
4.4.6 Dampak Kekuatan Lentur.....	45
4.4.7 Modulus Elastisitas (MOE).....	46
4.4.8 Modulus Patah (MOR).....	47
4.4.9 Kuat Tekan Maksimum yang sejajar dengan serat (MCS//).....	48
4.5 Perspektif Rekayasa.....	51
4.6 Evaluasi Ekonomi.....	54
4.6.1 Kondisi Ideal.....	55
4.6.2 Pengaruh <i>Raw Material</i>	57
4.6.3 Pengaruh BEP.....	60
4.6.4 Pengaruh <i>Labor</i>	61
4.6.5 Pengaruh <i>Incoming Tax</i>	62
4.6.6 Pengaruh <i>Total Variable Cost</i>	63
4.6.7 Pengaruh <i>Sales</i>	64
4.6.8 Pengaruh Utilitas.....	65
4.6.9 Pengaruh <i>Fixed Cost</i>	66
4.6.10 Pengaruh Jumlah Pekerja.....	67
BAB V PENUTUP.....	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bambu Laminar.....	6
Gambar 2.2 Mekanisme 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat.....	8
Gambar 2.3 Mekanisme 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat.....	9
Gambar 3.1 Diagram Alir	17
Gambar 4.1 Persamaan Reaksi Sintesis Cairan Ionik 1-benzil-3-metil benzotriazolium asetat	21
Gambar 4.2 Persamaan Reaksi Sintesis Cairan Ionik 1-benzil-3-metil benzimidazolium asetat.....	22
Gambar 4.3 Struktur ¹ H NMR 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat.....	22
Gambar 4.4 Spektrum ¹ H NMR 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat.....	23
Gambar 4.5 Struktur ¹³ C NMR 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat.....	24
Gambar 4.6 Spektrum ¹³ C NMR 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat	25
Gambar 4.7 Spektrum IR 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat.....	27
Gambar 4.8 Struktur ¹ H NMR 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat	29
Gambar 4.9 Spektrum ¹ H NMR 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat.....	29
Gambar 4.10 Struktur ¹³ C NMR 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat	31
Gambar 4.11 Spektrum ¹³ C NMR 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat.....	31
Gambar 4.12 Spektrum IR 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat	34
Gambar 4.13 Korelasi Linear antara Kelarutan Selulosa dan Parameter α Cairan Ionik pada 90°C	38
Gambar 4.14 Halangan Sterik Kation 1-benzil-3-metil benzotriazolium (A) dan 1- benzil-3-metil benzimidazolium (B)	40
Gambar 4.15 Tiga Bidang Bambu Laminar.....	41
Gambar 4.16 Kekuatan Ikatan dengan Perekat (a) [Py][Cl], (b) [IM][Cl], (c, d) [EtPy][Cl]	49
Gambar 4.17 <i>Process Flow Diagram</i> Sintesis Cairan Ionik dan Pembuatan Bambu Laminar.....	52
Gambar 4.18 Grafik CNPV/TIC untuk <i>lifetime (year)</i> dalam kondisi ideal	56
Gambar 4.19 Grafik Pengaruh Perubahan Bahan Baku dan Biaya Penjualan pada GPM	58

Gambar 4.20 Kurva CNPV/TIC(%) <i>lifetime (year)</i> dengan Variasi <i>Raw Material</i>	59
Gambar 4.21 Kemungkinan Persamaan Reaksi Adhesif (Cairan ionik, Air dan D-glukosa) dengan Selulosa pada Bambu Laminar.....	59
Gambar 4.22 Kurva CNPV/TIC(%) <i>lilifetime (year)</i> dengan Variasi BEP	60
Gambar 4.23 Kurva CNPV/TIC(%) <i>lifetime (year)</i> dengan Variasi <i>Labor</i>	61
Gambar 4.24 Kurva CNPV/TIC(%) <i>lifetime (year)</i> dengan Variasi <i>Incoming Tax</i>	62
Gambar 4.25 Kurva CNPV/TIC(%) <i>lifetime (year)</i> dengan Variasi <i>Variable Cost</i>	64
Gambar 4.26 Kurva CNPV/TIC(%) <i>lifetime (year)</i> dengan Variasi <i>Sales</i>	65
Gambar 4.27 Kurva CNPV/TIC(%) <i>lifetime (year)</i> dengan Variasi <i>Utilitas</i>	66
Gambar 4.28 Kurva CNPV/TIC(%) <i>lifetime (year)</i> dengan Variasi <i>Fixed Cost</i> ..	67
Gambar 4.29 Kurva CNPV/TIC(%) <i>lifetime (year)</i> dengan Variasi Jumlah Pekerja.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Abstraksi Jurnal Rujukan	19
Tabel 4.1 Protokol Prediksi ^1H NMR 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat	23
Tabel 4.2 Protokol Prediksi ^{13}C NMR 1-benzil-3-metil-benzotriazolium asetat	25
Tabel 4.3 Nilai Frekuensi dan Intensitas Pada Spektrum FTIR 1-benzil-3-metil- benzotriazolium asetat	28
Tabel 4.4 Protokol Prediksi ^1H NMR 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat ..	30
Tabel 4.5 Protokol Prediksi ^{13}C NMR 1-benzil-3-metil-benzimidazolium asetat ..	32
Tabel 4.6 Nilai Frekuensi dan Intensitas pada Spektrum FTIR 1-benzil-3-metil- benzimidazolium asetat	34
Tabel 4.7 Kelarutan Selulosa Mikrokrystalin dalam Cairan Ionik pada Berbagai Temperatur	36
Tabel 4.8 Nilai Parameter α , β , π^* untuk Berbagai Cairan Ionik pada Berbagai Temperatur	36
Tabel 4.9 Polarisabilitas 1-benzil-3-metilbenzotriazolium dan 1-benzil-3-metil benzimidazolium	39
Tabel 4.10 Nilai Rata-rata Sifat Fisik dan Mekanik Bambu Laminar	44
Tabel 4.11 Nilai Rata-rata Sifat Fisik Bambu Laminar yang Diproduksi dengan <i>Bambusa vulgaris</i>	45
Tabel 4.12 Nilai MOE Bambu Laminar Uji Kapasitas Lentur	46
Tabel 4.13 Nilai MOR Bambu Laminar Uji Kapasitas Lentur	47
Tabel 4.14 Nilai Rata-rata Sifat Mekanik Bambu Laminar yang Diproduksi dengan <i>Bambusa vulgaris</i>	48
Tabel 4.15 Rasio Berat Cairan Ionik, Air, dan D-Glukosa	48
Tabel 4.16 Bahan Baku yang Digunakan.....	53
Tabel 4.17 Tabel Nilai CNPV Pertahun Pada Kondisi Ideal	56

DAFTAR PUSTAKA

- Ab Rani, M. A., Brant, A., Crowhurst, L., Dolan, A., Lui, M., Hassan, N. H., Hallett, J. P., Hunt, P. A., Niedermeyer, H., Perez-Arlandis, J. M., Schrems, M., Welton, T., & Wilding, R. (2011). Understanding the polarity of ionic liquids. *Physical Chemistry Chemical Physics*, *13*(37), 16831–16840. <https://doi.org/10.1039/c1cp21262a>.
- Abraham, M. H., & Taft, R. W. (1983). Linear Solvation Energy Relationships. 23. *A Comprehensive Collection of the Solvatochromic Parameters*, *13*, 2877–2887.
- Alibaba.com. (2020). Product Below: Available at: m.alibaba.com/trade/search? (Accessed: 04 Juli 2020).
- Andersson Trojer, M., Movahedi, A., Blanck, H., & Nydén, M. (2013). Imidazole and Triazole coordination chemistry for antifouling coatings. *Journal of Chemistry*, *2013*. <https://doi.org/10.1155/2013/946739>.
- Anonim. (1966). Plywood and Other Wood-based Panels. *Food and Agricultural Organization of United Nation*. Rome.
- Anonim. (1996). Mutu Papan Partikel. *Dewan Standardisasi Nasional-DSN*. Jakarta. SNI 03 2105-1996.
- Anwar, U. M. K., Hiziroglu, S., Hamdan, H., & Abd.Latif, M. (2011). Effect of outdoor exposure on some properties of resin-treated plybamboo. *Industrial Crops and Products*, *33*(1), 140–145. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.09.014>.
- Anwar, U. M. K., Paridah, M. T., Hamdan, H., Sapuan, S. M., & Bakar, E. S. (2009). Effect of curing time on physical and mechanical properties of phenolic-treated bamboo strips. *Industrial Crops and Products*, *29*(1), 214–219. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.05.003>.
- Baily, M. N., Gordon, R. J., Nordhaus, W. D., & Romer, D. (1988). The productivity slowdown, measurement issues, and the explosion of computer power. *Brookings papers on economic activity*, *1988*(2), 347-431.

- Bank Indonesia. (2020). Informasi Kurs. Available at: Bi.go.id/moneter/informasi-kurs/transaksibi/default.aspx (Accessed: 04 Juli 2020).
- Bhutta, K. S., & Huq, F. (2002). Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches. *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(3), 126-135.
- Brehm, M., Weber, H., Pensado, A. S., Stark, A., & Kirchner, B. (2012). Proton transfer and polarity changes in ionic liquid-water mixtures: A perspective on hydrogen bonds from ab initio molecular dynamics at the example of 1-ethyl-3-methylimidazolium acetate-water mixtures-Part 1. *Physical Chemistry*, 14(15), 5030–5044. <https://doi.org/10.1039/c2cp23983c>.
- Cabaço, M. I., Besnard, M., Chávez, F. V., Pinaud, N., Sebastião, P. J., Coutinho, J. A. P., & Danten, Y. (2014). Understanding chemical reactions of CO₂ and its isoelectronic molecules with 1-butyl-3-methylimidazolium acetate by changing the nature of the cation: The case of CS₂ in 1-butyl-1-methylpyrrolidinium acetate studied by NMR spectroscopy and density function. *Journal of Chemical Physics*, 140(24). <https://doi.org/10.1063/1.4884820>.
- Cahyono. (2007). Pra-rencana Pabrik Biodiesel dari Lemak Sapi dengan Proses Acid-Pretreatment. *Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya*.
- Castner, E. W., & Wishart, J. F. (2010). Spotlight on ionic liquids. *Journal of Chemical Physics*, 132(12). <https://doi.org/10.1063/1.3373178>.
- Chaowana, P. (2013). Bamboo: An Alternative Raw Material for Wood and Wood-Based Composites. *Journal of Materials Science Research*, 2(2). <https://doi.org/10.5539/jmsr.v2n2p90>.
- 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>.
- Chiappe, C., & Pieraccini, D. (2005). Ionic liquids: Solvent properties and organic reactivity. *Journal of Physical Organic Chemistry*, 18(4), 275–297. <https://doi.org/10.1002/poc.863>.
- Comanor, W. S., & Wilson, T. A. (1979). The effect of advertising on competition:

- A survey. *Journal of economic literature*, 17(2), 453-476.
- Coullerez, G., Léonard, D., Lundmark, S., & Mathieu, H. J. (2000). XPS and ToF-SIMS study of freeze-dried and thermally cured melamine-formaldehyde resins of different molar ratios. *Surface and Interface Analysis*, 29(7), 431–443. [https://doi.org/10.1002/1096-9918\(200007\)29:7<431::AID-SIA886>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/1096-9918(200007)29:7<431::AID-SIA886>3.0.CO;2-1).
- Crowhurst, L., Mawdsley, P. R., Perez-Arlandis, J. M., Salter, P. A., & Welton, T. (2003). Solvent-solute interactions in ionic liquids. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 5(13), 2790–2794. <https://doi.org/10.1039/b303095d>.
- Darmawan, D. (2012). Bambu Laminasi. 8–14. <http://danigunkid69.blogspot.co.id/2014/10/bambu-laminasi.html>.
- Dasril, B. (1999). Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti Karbon dari Etil, Asam dan (2-Metoksi-4-Formil) Fenil P-Metoksisinamat. In *Journal Penelitian Sains*, 1(6), pp. 1–7).
- Davis, J. H., & Fox, P. A. (2003). From curiosities to commodities : ionic liquids begin the transition. 1209–1212.
- Dinwoodie, J. M. (1989). Wood: nature's cellular, polymeric, fibre-composite. *Maney Pub*.
- Dunky. (1998). Urea–formaldehyde (UF) adhesive resins for wood. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 18(2), 95–107. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143749697000547>.
- Eratodi, I. G. L. B., & Prayitno, T. A. (2008). Kuat Tekan Bambu Laminasi Dan Aplikasinya Pada Rumah Tradisional Bali (Bale Daje/Bandung). *Civil Engineering Forum Teknik Sipil*, 18(1), PP. 702-711-711.
- Finger, L. H., Guschlbauer, J., Harms, K., & Sundermeyer, J. (2016). N-Heterocyclic Olefin–Carbon Dioxide and –Sulfur Dioxide Adducts: Structures and Interesting Reactivity Patterns. *Chemistry-A European Journal*, 22(45), 16292–16303. <https://doi.org/10.1002/chem.201602973>.
- Fletcher, J. T., Sobczyk, J. M., Gwazdacz, S. C., & Blanck, A. J. (2018). Antimicrobial 1,3,4-trisubstituted-1,2,3-triazolium salts. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, 28(20), 3320–3323. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2018.09.011>.

- Forsyth, S. A., & MacFarlane, D. R. (2003). 1-Alkyl-3-methylbenzotriazolium salts: Ionic solvents and electrolytes. *Journal of Materials Chemistry*, *13*(10), 2451–2456. <https://doi.org/10.1039/b307931g>.
- Galán Sánchez, L. M., Espel, J. R., Onink, F., Meindersma, G. W., & De Haan, A. B. (2009). Density, viscosity, and surface tension of synthesis grade imidazolium, pyridinium, and pyrrolidinium based room temperature ionic liquids. *Journal of Chemical and Engineering Data*, *54*(10), 2803–2812. <https://doi.org/10.1021/je800710p>.
- Gardas, R. L., Costa, H. F., Freire, M. G., Carvalho, P. J., Marrucho, I. M., Fonseca, I. M. A., Ferreira, A. G. M., & Coutinho, J. A. P. (2008). Densities and derived thermodynamic properties of imidazolium-, pyridinium-, pyrrolidinium-, and piperidinium-based ionic liquids. *Journal of Chemical and Engineering Data*, *53*(3), 805–811. <https://doi.org/10.1021/je700670k>.
- Glanzman, N., Carmo, A. M. L., Antinarelli, L. M. R., Coimbra, E. S., Costa, L. A. S., & da Silva, A. D. (2018). Synthesis, characterization, and NMR studies of 1,2,3-triazolium ionic liquids: a good perspective regarding cytotoxicity. *Journal of Molecular Modeling*, *24*(7), 15–18. <https://doi.org/10.1007/s00894-018-3682-z>.
- Gunawan, P. (2007). Pengaruh Jenis Perekat Terhadap Keruntuhan Lentur Balok Laminasi Galar Dan Bilah Vertikal Bambu Petung. *Media Teknik Sipil*, *7*(1), 13–20.
- Hagiwara, R., & Ito, Y. (2000). Room temperature ionic liquids of alkyimidazolium cations and fluoroanions. *Journal of Fluorine Chemistry*, *105*(2), 221–227. [https://doi.org/10.1016/S0022-1139\(99\)00267-5](https://doi.org/10.1016/S0022-1139(99)00267-5).
- Hammett, A. L., Youngs, R. L., Sun, X., & Chandra, M. (2001). Non-wood fiber as an alternative to wood fiber in China's pulp and paper industry. *Holzforschung*, *55*(2), 219–224. <https://doi.org/10.1515/HF.2001.036>.
- Hollóczki, O., Firaha, D. S., Friedrich, J., Brehm, M., Cybik, R., Wild, M., Stark, A., & Kirchner, B. (2013). Carbene formation in ionic liquids: Spontaneous, induced, or prohibited? *Journal of Physical Chemistry B*, *117*(19), 5898–5907. <https://doi.org/10.1021/jp4004399>.
- Hollóczki, O., Gerhard, D., Massone, K., Szarvas, L., Németh, B., Veszprémi, T.,

- & Nyulászai, L. (2010). Carbenes in ionic liquids. *New Journal of Chemistry*, 34(12), 3004–3009. <https://doi.org/10.1039/c0nj00380h>.
- Huddleston, J. G., Broker, G. A., Willauer, H. D., & Rogers, R. D. (2002). Free-Energy Relationships and Solvatochromatic Properties of 1-Alkyl-3-methylimidazolium Ionic Liquids. *ACS Symposium Series*, 818, 270–288. <https://doi.org/10.1021/bk-2002-0818.ch022>.
- Indiamart.com. (2020). Product Below: Available at: indiamart.com/trade/search? (Accessed: 04 Juli 2020).
- JSA. (2003). Particleboards. Japanese Standards Association. Tokyo. Japanese Industrial Standard . JIS A 5908: 2003.
- Kamthai, S. (2003). Alkaline sulfite pulping and ecf- bleaching of sweet bamboo (*Dendrocalamus asper Backer*). *Kasetsart University*.
- Klemm, D., Heublein, B., Fink, H. P., & Bohn, A. (2005). Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material. *Angewandte Chemie - International Edition*, 44(22), 3358–3393. <https://doi.org/10.1002/anie.200460587>.
- Kristianingrum, S. (2010). Handout spektroskopi resonansi magnetik inti (nmr). *Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Kristianingrum, S. (2016). Handout Spektroskopi Infra Merah. *Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Li, X. (2004). Physical, chemical, and mechanical properties of bamboo and its utilization potential for fiberboard manufacturing. *Agriculture and Mechanical College, Master of*, 76.
- Lu, B., Xu, A., & Wang, J. (2014). Cation does matter: How cationic structure affects the dissolution of cellulose in ionic liquids. *Green Chemistry*, 16(3), 1326–1335. <https://doi.org/10.1039/c3gc41733f>.
- Malanit, P., Barbu, M. C., & Frühwald, A. (2009). The gluability and bonding quality of an Asian bamboo (*Dendrocalamus Asper*) for the production of composite lumber. *Journal of Tropical Forest Science*, 21(4), 361–368.
- Malberg, F., Brehm, M., Hollóczki, O., Pensado, A. S., & Kirchner, B. (2013). Understanding the evaporation of ionic liquids using the example of 1-ethyl-3-methylimidazolium ethylsulfate. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 15(42), 18424–18436. <https://doi.org/10.1039/c3cp52966e>.

- Maria Siedlecka, E., Czerwicka, M., Stolte, S., & Stepnowski, P. (2012). Stability of Ionic Liquids in Application Conditions. *Current Organic Chemistry*, 15(12), 1974–1991. <https://doi.org/10.2174/138527211795703630>.
- Marsudi J. (1993). Ekonomi Teknik. *Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta*. 3(1).
- McMurry, J. (2011). Structure determination: nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Organic Chemistry, 8th edn. Brooks/Cole Cengage Learning, USA*, 456-497.
- Meerwein, H., Reichardt, C., & Schorlemmer, C. (1992). Solvatochromism, Thermochromism, Piezochromism, Halochromism, and Chiro-Solvatochromism of Pyridinium. *Chemical Society Reviews*, 147.
- Miftahurrahman, G., Setiarahayu, H., & Nandiyanto, A. B. D. (2019). An Economic Evaluation on Scaling-up Production of Nano Gold from Laboratory to Industrial Scale. *Indonesian Journal of Computing, Engineering and Design (IJoCED)*, 1(1), 29. <https://doi.org/10.35806/ijoced.v1i1.34>.
- Mohmod, A. (1993). Effects of age and height of three bamboo species on their machining properties. *Journal of Tropical Forest Science*. 5: 528–535.
- Morisco. (2005). Rekayasa bambu. *Nafiri Offset*. 14.
- Nakaya, N., Hosoya, T., & Miyafuji, H. (2018). Ionic liquids as formaldehyde-free wood adhesives. *Journal of Wood Science*, 64(6), 794–801. <https://doi.org/10.1007/s10086-018-1769-x>.
- 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), pp. 1523–1539.
- Nandiyanto, A. B. D. (2018). Engineering Analysis and Economic Evaluation of the Synthesis of Composite CuO/ZnO/ZrO₂ Nanocatalyst: IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*, 306(1).
- Nandiyanto, A. B. D., Aziz, T. A., & Fariansyah, R. (2017). Engineering and Economic Analysis of the Synthesis of Fluoride Tin Oxide Film Production, 2(2), 15–17.
- Nandiyanto, A. B. D., Indrianti, J., Ismiati, R., & Abdullah, A. G. (2018). Economic Analysis of the Conventional Production of Traditional Brem Food. *IOP*

- Conference Series: Materials Science and Engineering*, 288(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/288/1/012026>.
- Nandiyanto, A. B. D., Kurnia, Sofiani, D., Kusuma, D. C., Fitriani, F., Rahayu, I. P., & Rahim, A. (2016). Pengantar Kimia Industri: Penerapan Ilmu Kimia Menjadi Produk Kimia Skala Besar. *Bandung: UPI Press*.
- Nandiyanto, A. B. D., & Maulana, A. C. (2018). Economic Evaluation of the Production Ethanol from Cassava Roots: IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*, 288(1).
- Ni Ketut, S. (2011). Ekonomi Teknik. *Surabaya: Yayasan Humaniora*.
- Nugroho, N., & Ando, N. (2001). Development of structural composite products made from bamboo II: Fundamental properties of laminated bamboo lumber. *Journal of Wood Science*, 47(3), 237–242.
<https://doi.org/10.1007/BF01171228>.
- Oehlke, A., Hofmann, K., & Spange, S. (2006). New aspects on polarity of 1-alkyl-3-methylimidazolium salts as measured by solvatochromic probes. *New Journal of Chemistry*, 30(4), 533–536. <https://doi.org/10.1039/b516709d>.
- Ogunsanwo, O. Y., & Omole, A. O. (2010). Basic practical procedures in wood science. In Ijeomah, H. M. and Aiyeloja, A.A (Eds). *Practical Issues in Forest and Wildlife Resources Management*.
- Ogunsanwo, O. Y., Adenaiya, A. O., & Adedeji, C. A. (2019). Effect of adhesive quantity on selected physico-mechanical properties of bamboo glulam. *Maderas: Ciencia y Tecnologia*, 21(1), 113–122.
<https://doi.org/10.4067/S0718-221X2019005000111>.
- Ogunsanwo, O. Y., Terziev, N., Panov, D., & Daniel, G. (2015). Bamboo (*Bambusa vulgaris Schrad*) from moist forest and derived savanna locations in South West Nigeria - Properties and gluability. *BioResources*, 10(2), 2823–2835.
<https://doi.org/10.15376/biores.10.2.2823-2835>.
- Oka, G. M. (2008). Analisis arah laminasi vertikal dan horisontal terhadap perilaku lentur balok bambu laminasi. *Jurnal Smartek*, Vol. 6, hal 94-103.
- Prasetyaningrum, A., & Djaeni, M. (2010). Kelayakan buah durian sebagai bahan pangan alternatif: aspek nutrisi dan tekno ekonomi. *Riptek*, 4(II), 37–45.
- Rodríguez, H., Gurau, G., Holbrey, J. D., & Rogers, R. D. (2011). Reaction of

- elemental chalcogens with imidazolium acetates to yield imidazole-2-chalcogenones: Direct evidence for ionic liquids as proto-carbenes. *Chemical Communications*, 47(11), 3222–3224. <https://doi.org/10.1039/c0cc05223j>.
- Rowell, R. (1984). *The chemistry of solid wood*.
- Sanghi, S., Willett, E., Versek, C., Tuominen, M., & Coughlin, E. B. (2012). Physicochemical properties of 1,2,3-triazolium ionic liquids. *RSC Advances*, 2(3), 848–853. <https://doi.org/10.1039/c1ra00286d>.
- Shalahuddin, F. A., Almekahdinah, S. S., & Nandiyanto, A. B. D. (2019). Preliminary Economic Study on the Production of ZnO Nanoparticles Using a Sol-Gel Synthesis Method. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 21(1), 1–6. <https://doi.org/10.14203/jkti.v21i1.407>.
- Silla, H. (2003). *Chemical Process Engineering Design and Economics.*, Textbook. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Subri, M. (2003). *Ekonomi Sumber Daya Manusia dalam Perspektif Pembangunan. PT. Rajagrafindo Persada. Jakarta.*
- Sucipto, T. (2009). *Determinasi Kualitas Perekat. Universitas Sumatera Utara.*
- Sulastiningsih, I. M., & Turoso, A. (2006). Papan Partikel Bambu (Effect of Resin Portion on Bamboo Particleboard Properties). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(1), 1–8.
- Suprijanto, I., Rusli, & Kusmawan, D. (2009). Standardisasi Bambu Laminasi Sebagai Alternatif Pengganti Kayu Kontruksi. *Prosiding PPI Standardisasi 2009, November*, hal 1-23.
- Sydnes, L. K., Holmelid, B., Kvernenes, O. H., Valdersnes, S., Hodne, M., & Boman, K. (2008). Stereospecific synthesis of allylic and homoallylic alcohols from functionalized propargylic alcohols. *Arkivoc*, 2008(14), 242–268. <https://doi.org/10.3998/ark.5550190.0009.e23>.
- Tan, W., Li, Q., Dong, F., Zhang, J., Luan, F., Wei, L., Chen, Y., & Guo, Z. (2018). Novel cationic chitosan derivative bearing 1,2,3-triazolium and pyridinium: Synthesis, characterization, and antifungal property. *Carbohydrate Polymers*, 182, 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.11.023>.
- Thomas, M., Brehm, M., Hollóczy, O., & Kirchner, B. (2014). How can a carbene be active in an ionic liquid? *Chemistry-A European Journal*, 20(6), 1622–

1629. <https://doi.org/10.1002/chem.201303329>.
- Tokopedia.com. (2020). Product Below: Available at: tokopedia.com/trade/search? (Accessed: 04 Juli 2020).
- Tsoumis, G. (1991). Structure, properties, utilization. *Science and Technology of Wood*. xiii + 494.
- Vannieuwenborg, F., Ongenaes, F., Demyttenaere, P., Van Poucke, L., Van Ooteghem, J., Verstichel, S., & Pickavet, M. (2015). Techno-economic evaluation of an ontology-based nurse call system via discrete event simulations. In *2014 IEEE 16th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2014* (pp. 82–87). <https://doi.org/10.1109/HealthCom.2014.7001818>.
- Wasserscheid, P., & Wilhelm K. (2000). Ionic liquids-new “solutions” for transition metal catalysis. *10th International Conference Modern Building Materials, Structures and Techniques*, 234–238.
- Watung, D. N. (2013). Analisis Perhitungan dan Penerapan Pajak Penghasilan Pasal 21 serta Pelaporannya. *Jurnal EMBA*, 1(3), 265-273.
- Whitman, D. L., & Terry, R. E. (2012). Fundamentals of Engineering Economics and Decision Analysis. *Synthesis Lectures on Engineering*. (Vol. 7). <https://doi.org/10.2200/S00410ED1V01Y201203ENG018>.
- Winter, O. (1969). Preliminary economic evaluation of chemical processes at the research level. *Industrial and Engineering Chemistry*, 61(4), 45-52.
- Wu, H., & Maginn, E. J. (2014). Water solubility and dynamics of CO₂ capture ionic liquids having aprotic heterocyclic anions. *Fluid Phase Equilibria*, 368, 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2014.02.003>.
- Yuan, Y., & Hunt, R. H. (2009). Systematic reviews: the good, the bad, and the ugly. *American Journal of Gastroenterology*, 104(5), 1086-1092.
- Zhang, S., Qi, X., Ma, X., Lu, L., & Deng, Y. (2010). Hydroxyl ionic liquids: The differentiating effect of hydroxyl on polarity due to ionic hydrogen bonds between hydroxyl and anions. *Journal of Physical Chemistry B*, 114(11), 3912–3920. <https://doi.org/10.1021/jp911430t>.
- Zhao, H., Baker, G. A., Song, Z., Olubajo, O., Crittle, T., & Peters, D. (2008). Designing enzyme-compatible ionic liquids that can dissolve carbohydrates.

Green Chemistry, 10(6), 696–70. <https://doi.org/10.1039/b801489b>.

Zulvia, A. (2016). Polarisabilitas. Available at:

<https://zulviaafifah25site.wordpress.com/2016/12/12/polarisabilitas/>

(Accessed: 19 Agustus 2020).