

WAKTU OPTIMUM FERMENTASI LIMBAH PULP KAKAO (*Theobroma cacao L.*) MENGUNAKAN KULIT BAKAU (*Sonneratia sp.*) DALAM PRODUKSI BIOETANOL

Putu Kristiani K¹, La Ode Sabarudin², Rima Melati³, Haeruddin⁴

^{1,2,4}Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Haluoleo, Kendari.
Email: putukristiani_k@yahoo.com.au: sabarudinlaode@yahoo.com; rimamelati_imma@yahoo.co.id

Abstract

*Bioethanol is ethanol that produce by glucose fermentation (sugar) that continuo by distillation process. The one matter that can be use as basic materials of bioethanol that is liquid waste of pulp cocoa that coming from waste cocoa plantage the one composer component of pulp liquid is sugar as 8-13 %. With the sugar component, so the pulp liquid as economical it can be use as the basic material the making of bioethanol by fermentation process. This research aim to produce bioethanol from the liquid waste of cocoa pulp. (*Theobroma cacao L.*) by using mangrove skin (*sonneratia sp.*). As the pure inhibitor formation of acetic acid by the fermentation further become ethanol. The mangrove skin play role to accelerate the fermentation process to produce ethanol. It also can hamper (inhibitor) the fermentation process continuing became acetic acid. The data analysis in this research use complete random plane with the time variable fermentation and repetition is done as may as 3 time. The result of the research show that the optimum time of fermentation it is in the 12 day, by 7,5 gram mangrove skin powder, pH 5 and the fermentation temperature 25-30 °C (ROOM TEMPERATURE) it gets level of alcohol 7,69 %.*

Keywords: *bioethanol, fermentation, cocoa pulp, mangrove skin.*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi yang dapat diperbaharui serta energi yang bersih telah ditetapkan sebagai kebijakan pemerintah Indonesia, dimana ditetapkan bahwa 5% dari konsumsi energi nasional harus merupakan sumber energi baru (PP RI. 2006). Salah satu sumber energi alternatif adalah biofuel. Biofuel merupakan bahan bakar cair hasil dari pengolahan tumbuhan, dan yang paling banyak digunakan adalah bioetanol.

Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa (gula) yang dilanjutkan dengan proses destilasi. Bioetanol umumnya terbuat dari tanaman bergula semisal tebu, sorgum manis, dan bit. Bisa pula dibuat dari tanam-tanaman berpati seperti singkong, ubi, sagu, jagung dan sorgum. Padahal tanaman ini mempunyai nilai guna lain sebagai bahan pangan. Harga bahan pangan ini di pasaran terus merambat naik seiring tingginya minat pabrik dan produsen Bahan Bakar Nabati (BBN) untuk mengolah bahan tersebut menjadi bioetanol (Fauzi R.A et al.2012).

Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar terus berkembang. Menurut Licht

(2009), pada tahun 1999 produksi bahan bakar etanol mencapai 4.972 juta galon (setara 18.819 juta liter), dan pada tahun 2008 meningkat menjadi 17.524 juta galon (setara 66.328 juta liter). Namun, biaya produksi bioetanol sebagai sumber energi masih relatif tinggi dibandingkan dengan biaya produksi bahan bakar minyak. Saat ini, biaya produksi bioetanol dari selulosa diperkirakan antara USD 1,15 dan USD 1,43 per galon atau per 3,785 liter (DiPardo. 2000). Namun, dengan meningkatnya harga minyak bumi yang cukup tinggi akhir-akhir ini diharapkan bioetanol dapat semakin bersaing dengan bahan bakar minyak.

Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar meningkat karena cadangan minyak bumi yang makin menipis, harga minyak bumi yang cenderung meningkat, berlakunya peraturan reduksi emisi gas rumah kaca, dan kebijakan penghapusan *methyl tertiarybutyl ether* (MTBE), serta adanya kecenderungan beralihnya konsumsi pada sumber energi ramah lingkungan dan terbarukan (Hermiati et al. 2010).

Sulawesi tenggara merupakan salah satu provinsi di Indonesia dimana dengan lokasi produksi kakao terbanyak yang menempati urutan kedua setelah Sulawesi tengah dengan luas panen pada tahun 2010 sebesar 240.174 Ha (Tazkiyah, 2012). Kabupaten Konawe Selatan dan Kolaka di Sulawesi tenggara merupakan daerah perkebunan yang cukup potensial. Kakao merupakan salah satu komoditi andalan nasional di Sulawesi tenggara sebagai penghasil devisa non-migas. Di samping itu kakao juga digunakan sebagai bahan baku industri makanan, industri obat-obatan, dan industri kosmetik (Agussalim, 2012).

Pemanfaatan tanaman kakao saat ini masih terbatas pada biji dan kulit kakao, sedangkan bagian lainnya yaitu pulp kakao belum banyak dimanfaatkan. Chahyaditha (2011), dalam laporan penelitiannya mengatakan bahwa 68,5 % dari berat buah kakao segar terbuang menjadi limbah.

Pada dasarnya buah kakao terdiri atas 4 bagian yakni: kulit, placenta, pulp, dan biji. Buah kakao masak berisi 30-40 biji yang diselubungi oleh pulp dan placenta (Rohan, 1963). Pulp merupakan jaringan halus yang berlendir yang membungkus biji kakao, keadaan zat yang menyusun pulp terdiri dari 80-90% air dan 8-14% gula sangat baik untuk pertumbuhan mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi (Bintoro, 1977).

Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol adalah cairan pulp kakao (*Theobroma cacao* L). Cairan pulp mempunyai kandungan gula yang cukup tinggi. Cairan pulp merupakan hasil samping dari fermentasi biji kakao yang kemudian dibuang, biasanya cairan pulp kakao dibuang ke sungai sehingga dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan.

Limbah cairan pulp kakao merupakan salah satu bahan baku yang dapat di proses lebih lanjut sebagai sumber energi alternatif yaitu bioetanol. Ketersediaan yang cukup melimpah dan tidak digunakan sebagai bahan pangan sehingga penggunaannya sebagai sumber energi tidak mengganggu pasokan bahan pangan.

Kulit bakau telah dikenal mampu meningkatkan kadar etanol pada fermentasi dan dapat pula menghambat pembentukan asam asetat. Firdaus (2003), dalam penelitiannya terhadap penambahan serbuk

kulit batang *Sonneratia* sp. pada fermentasi nira aren terlihat bahwa etanol yang diperoleh dari fermentasi tanpa penambahan serbuk kulit kayu *Sonneratia* sp. secara keseluruhan menurun dengan bertambahnya waktu fermentasi, sedangkan fermentasi dengan penambahan serbuk kulit kayu *Sonneratia* sp. terjadi peningkatan dari hari pertama sampai hari kelima, dan setelah itu turun perlahan-lahan. Penggunaan kulit bakau ini selain dapat mempercepat proses fermentasi menghasilkan etanol, juga dapat menghambat (*inhibitor*) proses fermentasi lebih lanjut etanol menjadi asam asetat.

Berdasarkan uraian di atas, dengan melihat potensi Sulawesi tenggara sebagai provinsi dengan berbagai gugusan pulau, dimana keberadaan bahan baku seperti kakao dan kulit bakau sangat banyak tersedia dan belum dimanfaatkan secara optimal, maka penelitian ini menjadi sangat potensial untuk menghasilkan bioetanol dari fermentasi limbah pulp kakao dengan menggunakan kulit bakau sebagai penghambat pembentukan asam asetat dari proses fermentasi lebih lanjut.

2. METODE

Bahan dan peralatan

Bahan yang digunakan adalah etanol, aquades, kulit kayu bakau (*Sonneratia* sp.), cairan pulp kakao, ragi tape, dan aluminium foil. Peralatan yang digunakan antara lain: gelas kimia 600 mL, alkoholmeter, corong kaca, spatula, pengaduk, timbangan analitik, *magnetic stirrer* dan seperangkat alat destilasi.

Prosedur

Kulit bakau dari jenis bakau (*Sonneratia* sp.) dikeringkan dan dihaluskan. Selanjutnya dilakukan pengambilan cairan pulp kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan cara sebagai buah kakao yang telah dipanen dikupas dan dipisahkan kulit dengan isinya (daging buah). Daging buah berupa biji, plasenta dan pulp kakao dimasukkan ke dalam karung nilon bersih kemudian diperam beberapa saat. Cairan yang keluar selama proses pemeraman ditampung pada wadah jerigen dengan kondisi suhu 5 °C. Penampungan cairan pulp tersebut berlangsung selama 6 (enam) jam.

Starter dibuat sebagai media pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*. Sebanyak 1,5 gram ragi tape ditambahkan

dengan 50 mL cairan pulp kakao untuk setiap wadah, kemudian dihomogenkan terlebih dahulu dengan *magnetic stirrer* sambil dipanaskan diatas penangas pada suhu 70 °C selama 15 menit. Selanjutnya starter didiamkan selama 24 jam dalam kondisi aerob. Setelah 24 jam starter siap diinokulasikan pada media fermentasi.

Starter yang telah dibuat ditambahkan dengan 500 mL cairan pulp kakao dalam keadaan aseptis dan proses selanjutnya adalah melakukan fermentasi substrat yang telah diinokulasi dengan *starter* dan ditambahkan dengan 7,5 gram serbuk kulit bakau. Proses fermentasi dilakukan di dalam ruangan khusus dan dalam keadaan anaerob yang suhunya diatur agar tetap memenuhi persyaratan optimal pertumbuhan dari *Saccharomyces cerevisiae*. Proses fermentasi dilaksanakan selama 14 hari (336 jam) dan

setiap 24 jam dilakukan pengujian kadar etanol yang diawali dengan proses destilasi. Selama 14 hari fermentasi akan diperoleh waktu (lama) optimum fermentasi dengan kadar alkohol tertinggi.

Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah kadar alkohol dalam sampel dengan melihat kondisi optimum fermentasi. Data penelitian ini dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat dengan diperolehnya Alkohol dari fermentasi cairan pulp kakao pada variasi waktu fermentasi. Ketercapaian target luaran program dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Alkohol dalam sampel pada variasi waktu fermentasi

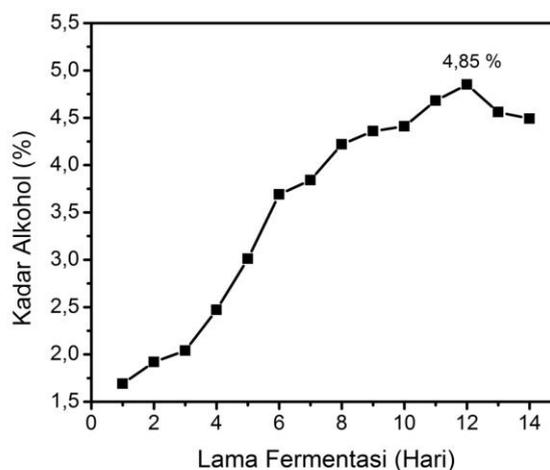
Hari	Ulangan	Volume Sampel (mL)	Volume Destilat (mL)	% Alkohol dalam destilat	Volume Alkohol (mL)	% Alkohol dalam sampel	Rata-rata % Alkohol dalam sampel
1	U1	550	56	17%	9,52	1,73%	1,69%
	U2	550	59	20%	11,8	2,15%	
	U3	550	50	13%	6,5	1,18%	
2	U1	550	60	16%	9,6	1,75%	1,92%
	U2	550	54	20%	10,8	1,96%	
	U3	550	63	18%	11,34	2,06%	
3	U1	550	57	15%	8,55	1,55%	2,04%
	U2	550	50	28%	14	2,55%	
	U3	550	53	21%	11,13	2,02%	
4	U1	550	58	24%	13,92	2,53%	2,47%
	U2	550	60	20%	12	2,18%	
	U3	550	55	27%	14,85	2,70%	
5	U1	550	65	24%	15,6	2,84%	3,01%
	U2	550	58	30%	17,4	3,16%	
	U3	550	62	27%	16,74	3,04%	
6	U1	550	67	25%	16,75	3,05%	3,69%
	U2	550	70	37%	25,9	4,71%	
	U3	550	63	29%	18,27	3,32%	
7	U1	550	60	29%	17,4	3,16%	3,84%
	U2	550	58	36%	20,88	3,80%	
	U3	550	76	33%	25,08	4,56%	

8	U1	550	50	40%	20	3,64%	4,22%
	U2	550	93	27%	25,11	4,57%	
	U3	550	98	25%	24,5	4,45%	
9	U1	550	72	29%	20,88	3,80%	4,36%
	U2	550	87	30%	26,1	4,75%	
	U3	550	96	26%	24,96	4,54%	
10	U1	550	64	35%	22,4	4,07%	4,41%
	U2	550	78	28%	21,84	3,97%	
	U3	550	95	30%	28,5	5,18%	
11	U1	550	83	30%	24,9	4,53%	4,68%
	U2	550	85	29%	24,65	4,48%	
	U3	550	120	23%	27,6	5,02%	
12	U1	550	82	35%	28,7	5,22%	4,85%
	U2	550	95	31%	29,45	5,35%	
	U3	550	115	19%	21,85	3,97%	
13	U1	550	85	27%	22,95	4,17%	4,56%
	U2	550	105	25%	26,25	4,77%	
	U3	550	130	20%	26	4,73%	
14	U1	550	80	26%	20,8	3,78%	4,49%
	U2	550	90	30%	27	4,91%	
	U3	550	125	21%	26,25	4,77%	

Ket: U1 = ulangan 1, U2= ulangan 2, U3 = ulangan 3

Tabel 1 menunjukkan data persentase alkohol yang dihasilkan pada proses fermentasi 500 mL cairan pulp kakao (sampel) dengan 7,5 gram serbuk kulit bakau pada lama fermentasi 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, 7 hari, 8 hari, 9 hari, 10 hari, 11 hari, 12 hari, 13 hari, dan 14 hari. Hubungan waktu fermentasi dengan kadar alkohol dalam sampel dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1 diperoleh waktu optimum fermentasi yaitu pada hari ke 12 dengan persentase alkohol 4,85%, semakin lama variabel waktu fermentasi secara keseluruhan kadar etanol (% v/v) yang terkandung juga semakin besar, akan tetapi pada variabel waktu fermentasi 13 sampai 14 hari cenderung konstan. Hal ini sesuai pada Fauzi, R. A., (2012) kadar etanol (% v/v) dapat dijelaskan bahwa pada saat 12 hari mikroba (*Saccharomyces cerevisiae*) memiliki aktivitas paling besar atau berada pada *logarithmic phase*.



Gambar 1. Hubungan Antara Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Hasil Fermentasi Cairan Limbah Pulp Kakao Menggunakan Kulit Bakau

Logarithmic phase merupakan fase untuk pembentukan produk etanol yang terbesar. Kemudian setelah 12 hari mikroba

akan mengalami *exponential phase* dan *stationary phase*, dimana jumlah mikroba yang tumbuh semakin melambat kemudian diikuti dengan fenomena jumlah mikroba yang mati dan hidup hampir sama sehingga tidak ada penambahan jumlah mikroba yang akan mengubah substrat menjadi etanol sehingga etanol yang terbentuk cenderung konstan. Setelah mikroba mengalami *stationary phase* maka akan berlanjut menjadi *death phase* / fase kematian. *Saccharomyces cerevisiae* dapat mengkonversi gula menjadi etanol karena adanya enzim invertase dan zimase.

Dengan adanya enzim-enzim ini *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan untuk mengkonversi baik gula dari kelompok monosakarida maupun dari kelompok disakarida. Jika gula yang tersedia dalam substrat merupakan gula disakarida maka enzim invertase akan bekerja menghidrolisis disakarida menjadi monosakarida. Setelah itu, enzim zymase akan mengubah monosakarida tersebut menjadi alkohol dan CO₂. Hal ini sesuai dengan pernyataan Judoamidjojo *et al.* (1992), yang menyatakan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan etanol yang berasal dari fermentasi gula. Gula akan diubah menjadi bentuk yang paling sederhana oleh enzim invertase baru kemudian gula sederhana tersebut akan dikonversi menjadi etanol dengan adanya enzim xymase. Kedua enzim tersebut dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae*. Sejumlah penelitian menyebutkan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* tidak mampu mengkonversi galaktosa menjadi etanol. Sehingga dalam proses fermentasi bioetanol dari sumber laktosa, hanya glukosa saja yang diubah menjadi etanol (O'leary *et al.* 2004 dalam N, Azizah. 2012).

Kumalasari (2011) dalam Azizah (2012), dengan menggunakan substrat kulit nanas kemudian difermentasi dengan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) selama 4 hari pada suhu 24-33°C menghasilkan kadar alkohol yang berkisar antara 4,18-5,49%. Di sisi lain Sari *et al.* (2008) dalam Azizah (2012), menyatakan bahwa lama fermentasi yang paling optimal untuk proses pembuatan bioetanol adalah 3 hari. Jika fermentasi dilakukan lebih dari 3 hari, justru kadar alkoholnya dapat berkurang. Berkurangnya kadar alkohol disebabkan karena alkohol telah dikonversi menjadi senyawa lain,

misalnya ester.

Fermentasi alkohol merupakan suatu reaksi pengubahan glukosa menjadi etanol (etil alkohol) dan karbondioksida fermentasi ini berlangsung dalam keadaan anaerob. Organisme yang berperan yaitu *Saccharomyces cerevisiae* (ragi) untuk pembuatan tape, $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2 ATP$ (Energi yang dilepaskan: 118 kJ per mol) sedangkan pada fermentasi asam asetat yaitu fermentasi yang berlangsung dalam keadaan aerob. fermentasi ini dilakukan oleh bakteri asam cuka (*acetobacter aceti*) dengan substrat etanol. Energi yang dihasilkan 5 kali lebih besar dari energi yang dihasilkan oleh fermentasi alkohol secara anaerob (Anonim, 2013). Dengan demikian, fermentasi alkohol menjadi asam asetat berlangsung sangat cepat sehingga alkohol yang diperoleh akan sedikit. Dalam penelitian ini kami menambahkan 7,5 gram serbuk kulit bakau untuk setiap wadah fermentasi, penambahan serbuk kulit bakau dimaksudkan agar proses fermentasi dari alkohol menjadi asam asetat dapat diperlambat sehingga kadar alkohol yang didapatkan akan lebih tinggi.

Menurut faridah dan musgrave (1999) dalam YC Danarto *et al.* (2011), kandungan tanin pada kulit kayu bakau mencapai 26 %. Tanin secara ilmiah didefinisikan sebagai senyawa polipenol yang mempunyai berat molekul tinggi dan mempunyai gugus hidroksil dan gugus lainnya seperti karboksil sehingga dapat membentuk kompleks dengan protein dan makromolekul lainnya dibawah kondisi lingkungan tertentu. Tanin merupakan senyawa yang dapat larut dalam air, gliserol, alkohol, dan hidroalkohol, tetapi tidak larut dalam petroleum eter, benzene dan eter. terdekomposisi pada suhu 210 C, titik nyala 210 C, dan terbakar pada suhu 526 C (Jayalaksmi and Mathew (1982), Sax and Lewis, (1989) dalam YC Danarto *et al.* (2011). Pada proses fermentasi diduga bahwa kandungan tanin pada kulit bakau yang bereaksi dengan alkohol sehingga akan memperlambat fermentasi alkohol menjadi asam asetat.

Kadar alkohol yang dihasilkan dalam penelitian ini masih sangat rendah jika dibandingkan dengan komposisi gula yang terdapat pada cairan pulp kakao dimana hanya 4,85 % alkohol (etanol) dari konversi glukosa 8-13 %. Hal ini menunjukkan bahwa lama

fermentasi dipengaruhi oleh faktor-faktor yang secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap proses fermentasi. Menurut Kunaepah (2008) dalam Azizah (2012), ada banyak faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain substrat, suhu, pH, oksigen, dan mikroba yang digunakan.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh waktu (lama) optimum proses fermentasi cairan pulp kakao yang menghasilkan kadar alkohol tertinggi adalah 12 hari fermentasi, dengan kadar alkohol sebesar 4,85 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIKTI atas dana penelitian melalui kegiatan PKM-P

5. REFERENSI

- Agussalim. 2012. *Teknologi Sambung Samping pada Tanaman Kakao*. Balai pengkajian teknologi pertanian. Kendari.
- Anonim. 2013. *Fermentasi*. <http://id.wikipedia.org>. [diakses 6 september 2013]
- Bintoro, M.H. 1977. *Periode Cukup Panen, Panen dan Periode Setelah Panen Coklat*. IPB-Press. Bogor.
- Chahyaditha E.M. 2011. *Pembuatan Pektin dari Kulit Buah Kakao dengan Kapasitas Produksi 20.000 Ton / Tahun*. Universitas Sumatra.
- DiPardo, J. 2000. *Outlook for Biomass Ethanol Production and Demand*. <http://www.eia.doe.gov/oiaf/analysispaper/biomass.html>.
- Fauzi R.A., Didik Haryadi, dan Slamet Priyanto. 2012. *Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Efektivitas Adsorben Dalam Pembuatan Bioetanol Fuel Grade Dari Limbah Pod Kakao (Theobroma Cacao)*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Firdaus, Sinda.L. 2003. *Peranan Kulit Kayu Buli Sonneratia sp, dalam fermentasi Nira Aren Menjadi Minuman Beralkohol*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Hermiati E., Djumali Mangunwidjaja, Titi Candra Sunarti, Ono Suparno, dan Bambang Prasetya. 2010. *Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol*. IPB. Bogor
- Jayalaksmi, A and Mathew, A.G., 1982, *Chemical Composition and Processing The Arecanut Palm (Areca catechu L)*, CPCRI Kasaragod, India
- Kunaepah, U. 2008. *Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Glukosa terhadap Aktivitas Antibakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kumalasari, I. J. 2011. *Pengaruh Variasi Suhu Inkubasi terhadap Kadar Etanol Hasil Fermentasi Kulit dan Bonggol Nanas (Ananas sativus)*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang.
- Licht, F.O. 2009. *World Ethanol Production Growth To Hit Five-Year Low*. World Ethanol and Biofuels Rep. 7(18): 365.
- N. Azizah, A. N. Al---Baarri, S. Mulyani. 2012. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, Ph, Dan Produksi Gas Pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Whey Dengan Substitusi Kulit Nanas*. Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro. Semarang.
- O'Leary V. S., R. Green, B. C. Sullivan, V. H. Holsinger. 2004. Alcohol production by selected yeast strains in lactase---hydrolyzed acid whey. *Biotechnol Bioeng* 19 (10): 19-35.
- Paridah, M.T. and Musgrave, O.C., 2006, Alkaline Treatment of Sulfited Tannin-Based Adhesive from Mangrove to Increase Bond Integrity of Beech Slips, *Journal*

- of Tropical Forest Science*, 18(2), 137 - 143
- PP RI. 2006. *Kebijakan Energi Nasional*. <http://www.presidentri.go>.
- Rohan, T.A. 1963. *Processing of Raw Cocoa for The Market*. Food and Agricultural Organization of The United National, Rome.
- Sari, I. M., Noverita dan Yulneriwarni. 2008. Pemanfaatan jerami padi dan alang-alang dalam fermentasi etanol menggunakan kapang *Trichoderma viride* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. *Vis Vitalis*. **5**(2): 55-62.
- Sax, I. And Lewis, R.J., 1989, *Condensed Chemical Dictionary*, 11 ed., pp. 36, Van Nostrad Reinhold Company, New York
- Tazkiyah R.2012. *Olahan Kakao Indonesia*. Direktorat Jenderal Dan Pemasaran Hasil Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- YC Danarto, Stefanus Ajie Prihananto, Zery Anjas Pamungkas. 2011. *Pemanfaatan Tanin dari Kulit Kayu Bakau sebagai Pengganti Gugus Fenol pada Resin Fenol Formaldehid*. Jurusan Teknik Kimia FT UNS.