

Introduksi Teknologi Pengolahan Alkohol Teknis dari Nira Aren

G.H. JOSEPH

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Sulawesi Utara
Jln. Kampus Pertanian Kalasey, Kotak Pos 1345 Manado 95013
E-mail: bptp-sulut@litbang-deptan.go.id

Diterima 25 Juni 2012 / Direvisi 3 September 2012 / Disetujui 29 Oktober 2012

ABSTRAK

Salah satu produk diversifikasi aren yang bernilai ekonomi cukup tinggi adalah alkohol. Sebagian kecil petani hanya menyadap nira aren untuk diolah menjadi gula, namun pada umumnya didominasi pada pengolahan minuman lokal Captikus yang berkadar alkohol 30%. Introduksi teknologi pengolahan akan meningkatkan kadar alkohol dari 30% menjadi alkohol teknis berkadar 75-80%. Alkohol teknis dilakukan melalui 2 tahap, tahap pertama fermentasi nira aren selama 48 jam dan penyulingan hasil fermentasi, dan tahap kedua adalah penyulingan II memperoleh alkohol teknis. Pada tahap pertama diperoleh, yakni selama 48 jam fermentasi, dengan kadar alkohol awal 40%. Kadar alkohol setelah penyulingan II adalah di atas 70%. Analisis usaha pembuatan captikus secara ekonomis memberi keuntungan bersih Rp2.869.299, sedangkan dalam pengolahan alkohol teknis mendapat keuntungan bersih Rp9.000.000. Dalam pengolahan alkohol teknis teralokasi penggunaan tenaga kerja pria paling dominan, yakni 37 HOK per tahun.

Kata kunci : Teknologi, pengolahan, alkohol teknis, tenaga kerja.

ABSTRACT

Introduction of Technical Alcohol Processing Technology from Sugar Palm Sap

One of the product diversification by high economic valuable sugar palm is to tap nira to be processed to alcohol. The small farmer only tapping sugar palm to be processed to become sugar, but is general predominated by processing of local Captikus which have alcohol rate to 30%. Introduction of processing technology will improve rate of alcohol, from 30% becoming technical alcohol have rate to 75-80%. Introduction of technology with through 2 stage, first stage determine time and way of ferment and also distillation of first alcohol, and the second phase is distillation of II obtain/get technical alcohol. The fermentation time of alcohol obtained during 48 hour to produce with rate of alcohol early 40%. Alcohol rate after distillation of II is above 70%. Economic analysis showed that the benefit of technical alcohol Rp9,000,000 and captikus Rp2,869,299, and competent to be developed. In processing of technical alcohol is allocation usage of man labour most its 37 HOK per year.

Keywords : Technology, processing, technical alcohol, labour.

PENDAHULUAN

Beberapa produk bernilai ekonomis yang dihasilkan tanaman aren diantaranya adalah nira sebagai sumber minuman segar, dibuat gula, cuka dan alkohol (Joseph, 2004). Nira merupakan produk yang komposisi kimianya relatif peka terhadap perubahan lingkungan. Produksi nira per pohon sekitar 8-22 liter/pohon (Lay dan Karouw, 2005), atau 300-400 liter per musim (3-4 bulan) atau sekitar 800- 1500 liter/pohon/tahun. Sifat kimia nira aren adalah mengandung sukrosa 13,9 -74,9%, karbohidrat 11,28%, protein 0,2%, lemak 0,02% dan abu 0,24% (Pontoh, 2007).

Nira tanpa perlakuan jika dibiarkan beberapa saat (di atas 1 jam) akan mengalami perubahan sifat kimia nira karena aktifitas mikroorganisme penghasil

enzim (Karouw dan Lay, 2006). Perubahan sifat nira tidak dikehendaki jika tujuan pengolahan adalah gula, jika diolah menjadi alkohol maka fermentasi menjadi satu tahapan proses yang dibutuhkan (Joseph, 2004). Alkohol atau etanol akan terbentuk, melalui proses fermentasi gula yang terkandung dalam nira. Winkle (1967) melaporkan bahwa proses pembentukan alkohol melalui tahapan perubahan sukrosa menjadi gula reduksi (glukosa dan fruktosa). Selanjutnya, dalam proses fermentasi gula reduksi akan terurai menjadi etanol dan gas CO₂ (Rindengan dan Karouw, 2004). Fermentasi sukrosa menjadi alkohol berlangsung selama kurang lebih 48 jam, dan jika dibiarkan lagi maka alkohol yang terbentuk berubah menjadi asam asetat (Richana, 2011).

Di Minahasa hasil olahan utama nira aren adalah gula dan captikus. Captikus adalah produk lokal minuman beralkohol yang sering disuguhi pada

BAHAN DAN METODE

acara-acara pesta sosial sebagai simbol mempererat hubungan persahabatan/kekeluargaan, dan secara turun temurun dijadikan mitos bahwa meminum captikus dalam takaran tertentu berfungsi untuk kesehatan sebagai minuman suplemen yang dapat menghangatkan badan/penambah nafsu makan secara alami. Namun saat ini, fenomena kebanyakan orang mengkonsumsi captikus sebagai minuman tradisional tidak terkontrol, dan menyebabkan orang mabuk, sehingga menimbulkan kerawanan sosial yang dapat mengganggu keamanan dan ketertiban masyarakat.

Umumnya produk captikus dikonsumsi langsung masyarakat dan diserap perusahaan minuman beralkohol kurang lebih 30% tiap tahun dari total produksi 350.000 l/tahun, dan sekitar 240.000 l/tahun yang dipasarkan secara ilegal ke tempat-tempat tertentu seperti warung, toko, kios bahkan ada yang diantar pulaukan ke Ternate, Maluku, dan Papua (Anonim, 2010). Upaya Pemerintah Daerah dengan mengesahkan/mengeluarkan PERDA minuman beralkohol bertujuan untuk menertibkan peredaran captikus agar tepat dalam penggunaannya dan terkontrol sering tidak jalan dan banyak mengalami hambatan. Salah satu cara menekan/mengurangi peredaran captikus dipasaran secara ilegal melalui pendekatan ekonomis yang dapat meningkatkan pendapatan petani, yakni dengan mengolah lanjut captikus menjadi alkohol teknis.

Alkohol teknis adalah alkohol yang berkadar lebih dari 70%. Kebutuhan alkohol teknis sebagai bahan utama dan bahan substitusi terus meningkat dari tahun ke tahun, terutama pengembangan di bidang farmasi, pabrik makanan/minuman, dan kosmetika. Suplai kebutuhan alkohol teknis masih di pasok dari luar daerah, sehingga mempengaruhi kontinuitas pemanfaatannya, karena sering dijumpai kendala transportasi yang menyebabkan pengiriman tidak tepat waktu. Inovasi teknologi pengolahan alkohol teknis selain merupakan salah satu upaya untuk menanggulangi ketergantungan, juga dapat meningkatkan pendapatan petani dan pendapatan asli daerah (Anonim, 2005; Lay *et al.*, 2004).

Bertitik tolak dari ketersediaan potensi bahan baku yang didukung dengan introduksi teknologi secara memadai memberi peluang sekaligus memotivasi petani dan pengusaha untuk mengolah alkohol teknis secara optimal. Introduksi teknologi dilakukan melalui 2 tahap, tahap pertama menentukan waktu dan cara fermentasi serta penyulingan alkohol pertama, dan tahap kedua adalah penyulingan II memperoleh alkohol teknis. Adapun tujuan pengkajian adalah untuk mendapatkan waktu dan cara fermentasi serta metode penyulingan yang tepat dalam menghasilkan alkohol yang memenuhi standar mutu.

Pengkajian dilaksanakan di Desa Toundanou, Kecamatan Toluaan, Kabupaten Minahasa Tenggara (Mitra) pada bulan Mei sampai Juli 2009. Penetapan lokasi disesuaikan dengan keadaan lokasi sebagai salah satu wilayah sentra populasi tanaman aren di Mitra yang dominan mengolah minuman captikus dan gula. Umumnya petani pengrajin secara sederhana menyuling nira menjadi captikus berkadar 30%. Peralatan yang digunakan antara lain alat penyuling yang dimodifikasi, captikus, termometer, alkoholmeter, jerigen dan alat bantu lainnya.

Proses pembuatan alkohol teknis dari nira sebagai berikut prosedur: a) Proses fermentasi nira menjadi alkohol, pada tahap ini karbohidrat yang ada dalam nira dirobah menjadi alkohol dengan bantuan mikroorganisme, b) Proses penyulingan I. Nira yang sudah terfermentasi dipanaskan sehingga terbentuk uap yang merupakan campuran air dan alkohol, uap ini akan masuk melalui pipa destilator dan mengembun cairan (destilat), yang oleh pengrajin atau masyarakat Sulawesi Utara dikenal dengan sebutan captikus. Pada tahap ini kadar alkohol yang dihasilkan 25-40%, dan c) Proses penyulingan II. Untuk mendapatkan alkohol teknis 70% atau lebih dilakukan penyulingan kembali. Proses penyulingan menggunakan alat yang sudah dimodifikasi oleh Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Manado, terbuat dari bahan stainless steel dengan kapasitas 50 liter, menggunakan pemanas kompor minyak tanah. Cara kerja alat yakni dengan memasukkan captikus kedalam tangki penyulingan lalu dipanaskan. Selanjutnya akan terlihat alkohol menetes, sementara itu air dialirkan dari sumbernya melewati tempat masuknya air untuk mendinginkan uap alkohol yang terbentuk. Setelah suhu pemanasan mencapai 80°C maka alkohol dengan kadar 70% akan menetes secara terus menerus (Anonim, 2002). Pengamatan meliputi produksi nira, suhu pemanasan 80°C, 85°C, 90°C, 95°C, produksi/rendemen dan kualitas alkohol, analisis ekonomi serta alokasi tenaga kerja (Anonim, 2005). Untuk mengetahui tingkat kualitas produk alkohol, maka hasil tiap penyulingan akan dibandingkan dengan Standar Industri Indonesia (Departemen Perindustrian, 2003). Analisis alokasi tenaga kerja pria dan wanita pada pengolahan alkohol teknis dan captikus, dilanjutkan dengan analisis biaya untuk mengetahui nilai keuntungannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Captikus

Untuk mendapatkan kadar alkohol optimal perlu diperhatikan waktu dan cara fermentasi (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil rata-rata kadar alkohol fermentasi nira aren.

Table 1. Average of alcohol content from neera fermentation.

Waktu fermentasi (jam) Time of fermentation (hours)	Kadar alkohol (%) alcohol content (%)
0	0
6	1.7
12	2.1
24	2.4
36	2.7
48	6.5
60	2.9
72	2.3

Pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa kadar alkohol mulai terbentuk pada 6 jam pertama waktu fermentasi. Terbentuknya alkohol menandakan bahwa proses perombakan sukrosa dalam nira aren sedang berlangsung. Kadar alkohol semakin meningkat seiring dengan semakin lama waktu fermentasi, hal ini terus ditandai dengan perubahan sukrosa menjadi alkohol. Selanjutnya, nampak semakin nyata bahwa kadar alkohol optimal diperoleh pada waktu fermentasi 48 jam, yakni 6.5%. Pada periode waktu fermentasi berikutnya kadar alkohol mulai menurun. Hal ini dimungkinkan karena alkohol yang terbentuk akan dipecah atau diurai lanjut oleh mikroba menjadi asam asetat atau cuka (Winkle, 1967). Kadar alkohol optimal 6.5% pada waktu fermentasi 48 jam dijadikan dasar penyulingan berikutnya.

Selain diperoleh waktu fermentasi optimal, maka penentuan cara fermentasi juga dilakukan untuk melihat apakah ada pengaruh terhadap pembentukan kadar alkohol selama fermentasi. Fermentasi

dapat dilakukan secara alami atau dengan menambahkan mikroorganisme ke dalam media fermentasi nira aren. Penambahan mikroorganisme yang mengeluarkan enzim bertujuan membantu proses memecah sukrosa dalam nira. Ada 2 cara fermentasi nira, yakni cara petani (alami) dan dengan penambahan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Ragi yang ditambahkan adalah ragi komersil untuk pembuatan roti, dengan konsentrasi 5 g/liter nira (Anonim, 2005). Kedua cara tersebut menggunakan waktu fermentasi optimal 48 jam (Tabel 2).

Pada Tabel 2, menunjukkan bahwa kadar alkohol fermentasi nira aren baik secara alami maupun dengan penambahan ragi terhadap kelompok tani 1, 2, dan 3 rata-rata antara 6.25 - 6.55%. Perolehan nilai rata-rata sama seperti yang dilakukan oleh Winkle (1967) yang melakukan fermentasi nira kelapa secara alami. Hasil analisis tidak menunjukkan perbedaan nyata menyangkut cara fermentasi terhadap kadar alkohol, sehingga dari sisi kemudahan, praktis dan efisien maka pelaksanaan proses fermentasi selanjutnya dipilih cara yang dilakukan petani secara alami.

Proses penyulingan dimaksudkan untuk memisahkan air dan senyawa-senyawa lainnya yang masih mengikat alkohol melalui pemanasan. Pada proses penyulingan tahap pertama dilakukan menggunakan alat tradisional modifikasi petani yang terbuat dari bambu. Nira yang sudah difermentasi dipanaskan sampai mendidih untuk mendapatkan uap. Uap yang terbentuk dialirkan melalui pipa pertama dengan panjang kurang lebih 5 m, selanjutnya uap tersebut dialirkan melalui pipa kedua yang berukuran 6 m, masing-masing pipa berdiameter 10 cm. Pada tahap ini uap panas akan didinginkan, mengembun dalam pipa dan keluar sebagai zat cair yang disebut sebagai captikus (alkohol), Tabel 3.

Tabel 2. Kadar alkohol fermentasi nira aren secara alami dan penambahan *Saccharomyces cerevisiae*.

Table 2. Alcohol content of palm toddy conventionally fermented and *Saccharomyces cerevisiae* addition.

Perlakuan Treatment	Kelompok tani 1 Farmers group 1	Kelompok tani 2 Farmers group 2	Kelompok tani 3 Farmers group 3
Alami Conventionally	6.30 a	6.52 b	6.25 c
Penambahan ragi Yeast addition	6.40 a	6.55 b	6.29 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT 0.05.
Note: Number followed by the same letters did not significantly at the 0.05 of LCD test.

Tabel 3. Karakteristik fisik kimia captikus.
Table 3. Chemical and physical characteristic of captikus.

Sifat alkohol Alcohol characteristic	
Kadar alkohol (%) Alcohol content (%)	40.2
Senyawa ester(g/l) Ester	190
Total Asam Acid total	140
Uap Asam (g/l) Acid foil	150
Warna Colour	Kuning bening Clear yellow
Bau Flavor	Khas aroma nira Specific neera flavor

Pengolahan Alkohol Teknis

Pegolahan alkohol teknis merupakan proses penyulingan tahap lanjut yang untuk meningkatkan kadar alkohol awal 40% menjadi 70% atau lebih. Pengamatan terhadap kualitas alkohol (kadar dan bau) dilakukan pada beberapa tingkatan suhu disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar alkohol pada beberapa suhu pemanasan.

Suhu pemanasan Heating temperature (°C)	Kadar alkohol Alcohol content (%)
80	75
85	82
90	65
95	60

Pada Tabel 4, menunjukkan bahwa kadar alkohol yang diperoleh pada suhu pemanasan 80°C mencapai 75%, dan sudah memenuhi persyaratan standar Industri Indonesia untuk alkohol teknis (Departemen Perindustrian, 2003). Lebih lanjut Winkle (1967) melaporkan bahwa pada suhu pemanasan penyulingan 78,5°C sampai 85°C menghasilkan kadar alkohol mencapai 80%. Semakin meningkatnya suhu pemanasan maka kadar alkohol semakin menurun. Hal ini disebabkan pada suhu pemanasan antara 90-95°C air sudah mulai mendidih, sehingga pada keadaan ini uap air akan terikut dan tercampur bersama uap alkohol yang mengakibatkan kadar alkohol yang diperoleh relatif rendah. Selain kadar, bau juga dijadikan indikasi penentu kualitas alkohol teknis. Diperoleh bau alkohol yang asam disebabkan adanya uap dan total asam tinggi yang terbentuk saat proses fermentasi berlangsung, kadar asam berangsur berkurang setelah memasuki penyulingan tahap kedua (Tabel 5).

Tabel 5. Karakteristik fisik kimia destilat alkohol.
Table 5. Chemical and physical characteristic of technical alcohol.

Sifat alkohol Alcohol characteristic	
Kadar alkohol Alcohol content	75%
Bau Flavour	Khas alkohol Specific alcohol flavor
Senyawa ester(g/l) Ester	62
Total Asam Acid total	44
Uap Asam (g/l) Acid foil	36
Warna Colour	Putih jernih Clear white

Pada Tabel 5, menunjukkan bahwa total dan uap asam alkohol turun dari 140 dan 150 g/l menjadi 44 dan 36 g/l. Hal ini sesuai dengan laporan Winkle (1967) bahwa total dan uap asam dalam alkohol kurang dari 55 dan 45/l tidak akan mempengaruhi bau alkohol. Alkohol yang dihasilkan pada penyulingan kedua sudah dapat memenuhi persyaratan alkohol teknis dilihat dari unsur kadar, bau, dan warna alkohol (Departemen Perindustrian, 2003). Rendemen hasil berkisar 80%, untuk setiap pengolahan 1.500 liter alkohol berkadar 40% diperoleh alkohol teknis 1.200 liter berkadar 70%.

Curahan tenaga kerja pria dapat mencapai 296 jam/tahun atau setara 37 hari orang kerja jauh dibanding tenaga kerja wanita yang hanya bekerja selama 8 jam (waktu kerja 8 jam/hari). Dengan demikian, tenaga kerja wanita dikategorikan sebagai tenaga kerja tambahan yang hanya terlibat dalam pekerjaan pembotolan/pengepakan produk alkohol teknis. Pada proses penyulingan merupakan tahapan yang memerlukan keterampilan tenaga kerja pria, sedangkan tenaga kerja wanita terpusat pada proses pengemasan. Tenaga kerja yang digunakan adalah tenaga kerja keluarga sehingga dalam perhitungan ini tidak dibayarkan.

Tabel 6. Alokasi tenaga kerja pada pengolahan alkohol teknis.

Table 6. Labour distribution in technical alcohol processing.

Kegiatan Activity	Alokasi tenaga kerja/Labour distribution	
	Pria/Male (HOK)	Wanita/Female (HOK)
Proses pengulingan Distillation process	30	-
Pengepakan Packing	2	1
Pemasaran Marketing	5	-
	35	1

Keterangan: Konversi ke HOK (1 HOK = 8 jam).
Note: Converted to HOK (1 HOK = 8 hour).

Hasil analisis pengolahan alkohol teknis memberikan keuntungan lebih besar dibanding mengolah minuman lokal captikus. Informasi kelompok tani pengrajin menyatakan sudah mulai ada rencana permintaan dari beberapa rumah sakit, apotik, dan laboratorium di Sulawesi Utara. Secara agregat, untuk setiap penjualan 800 liter captikus (harga jual Rp10.000/liter) akan memberi keuntungan bersih Rp2.869.299, Sedangkan dalam pengolahan alkohol teknis (harga jual Rp30.000/liter) mendapat keuntungan bersih Rp9.000.000. (Tabel 7).

Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa secara signifikan pengolahan alkohol teknis memberi kenaikan hasil keuntungan yang lebih dibanding pengolahan minuman lokal captikus. Perolehan keuntungan pengolahan alkohol teknis dapat dicapai dengan mengintroduksi perbaikan teknologi pengolahan seperti juga yang diperoleh dari hasil kajian Lay (2009) dengan nilai keuntungan di atas Rp5 juta. Peluang meraih keuntungan dengan mengadopsi

teknologi pengolahan produk alkohol teknis bukan saja dapat meningkatkan pendapatan petani tetapi sekaligus meningkatkan pendapatan asli daerah.

KESIMPULAN

Perbaikan teknologi di tingkat petani pengrajin minuman beralkohol (Captikus) dapat meningkatkan kadar alkohol dari 25-40% menjadi $\geq 75\%$ (alkohol teknis). Penentuan waktu fermentasi yang optimal 48 jam.

Alokasi tenaga kerja keluarga lebih banyak terserap pada proses penyulingan yang didominasi tenaga kerja pria terampil. Analisis usaha pembuatan captikus secara ekonomis akan memberi keuntungan bersih Rp2.869.299, sedangkan pengolahan alkohol teknis mendapat keuntungan bersih Rp9.000.000.

Tabel 7. Analisis biaya pada pengolahan alkohol teknis dan captikus.
Table 7. Financial analysis of technical alcohol and crude alcohol processing.

No	Uraian Kegiatan Activity	Jumlah/Total (Rp)	
		Alkohol teknis Technical alcohol	Captikus Crude alcohol
1.	Investasi/Investation		
	- Alat dan Peralatan Penunjang/Tools and equipment	16.715.000	1.040.000
	- Tanah/Land	1.000.000	1.000.000
	- Bangunan/Building	7.500.000	7.500.000
	Jumlah/Total	25.215.000	9.540.000
2.	Biaya Operasional (tahun)/Operational cost (year)		
	- Bahan Baku captikus/Captikus ingredients	15.000.000	-
	- Bahan Bakar Minyak Tanah/Cerosene	600.000	
	- Kayu Bakar/Wood		200.000
	- Bahan kemasan/Packing	2.000.000	2.000.000
	- Pengangkutan/Transportation	150.000	150.000
	- Upah kerja/Labour cost	2.220.000	2.220.000
	Jumlah/Total	19.970.000	4.570.000
3.	Biaya Tetap (tahun)/Fix cost (year)		
	- Cicilan Kredit/Credit cost	470.000	178.080
	- Penyusutan (5% investasi/tahun) Decrease(5% investation/year)	230.382	63.810
	Jumlah/Total	700.382	241.890
4.	Pendapatan Total Setahun/Year income		
	- Produksi/Production	31.200.000	8.000.000
5.	Keuntungan Setahun Sebelum Pajak Year profit before tax (4)-(2+3)	10.000.000	3.188.110
6.	Pajak 10% dari keuntungan 5/10% tax from profit 5	1.000.000	318.811
7.	Keuntungan Bersih Setahun Setelah pajak (5-6) Year net profit	9.000.000	2.869.299

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2005. Penelitian pengolahan alkohol teknis dari nira aren. Laporan Tahunan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Utara.
- Anonim. 2002. Peningkatan mutu alkohol teknis dari nira aren.
- Anonim. 2010. Laporan Tahunan Dinas Perkebunan Sulawesi Utara.
- Departemen Perindustrian. 2003. Standar Industri Indonesia Alkohol Teknis. Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Joseph, G.H. 2004. Prospek beberapa tanaman palma penghasil gula non tebu dan alkohol. Prosiding Aplikasi Paket Teknologi Pertanian. BPTP Sulut.
- Joseph, G.H. 2004. Pengolahan gula, cuka, dan alkohol dari nira kelapa. Laporan Teknis Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Utara.
- Karouw, S. dan A. Lay. 2006. Nira aren dan teknik pengendalian produk olahan. Buletin Palma.
- Lay, A. 2009. Penggunaan ragi komersial pada pengolahan etanol dari nira. Buletin Palma .
- Lay, A, dan S. Karouw. 2005. Nira aren dan teknik pengendalian produk olahan. Buletin Palma.
- Lay, A., R.T.P. Hutapea, J.O. Tujuwale, dan A.I. Polakitan. 2004. Pengembangan komoditas aren di daerah Minahasa Sulawesi Utara. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Tanaman Aren. Tondano Sulut.
- Mononutu, J.S. 2012. Meningkatkan nilai tambah produk tanaman aren melalui produksi bio-etanol berbasis industri rakyat. Seminar menuju Kemandirian Energi melalui Produksi Bioetanol dari tanaman Aren . Bolmong Sulawesi Utara.
- Pontoh, J. 2007. Analisa komponen kimia utama dalam nira aren segar. Laporan pada Yayasan Masarang.
- Rein, P. 2007. Cane sugar engineering. Verlag Dr. Albert Bartens KG. Berlin.
- Ridengan, B. dan S. Karouw. 2004. Palm wine aren. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan tanaman Aren Nasional. Tondano, Minahasa Sulut.
- Richana, N. 2011. Bioetanol: Bahan baku, teknologi, produksi dan pengendalian mutu. Penerbit Nuansa , Bandung.
- Winkle, M.V. 1967. Destillation. Mc.Graw Hill Book Company, New York.