

PRODUKSI BIOETANOL DARI NIRA AREN

Yunus¹, Hamsina², M.Tang³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Universitas Bosowa 45 Makassar

^{2,3}Dosen Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Bosowa 45 Makassar

Gmail : himatek45@gmail.com, Mobile : 082349494356

Abstrak

Penelitian tentang produksi bioetanol dari nira aren telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini yakni, menentukan waktu fermentasi bioetanol dari nira aren yang optimal menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* dan menentukan metode pemurnian bioetanol secara destilasi serta menentukan tingkat kemurnian bioetanol yang dihasilkan. Metode yang digunakan yaitu penentuan waktu fermentasi nira (3,5,7 dan 9 hari) menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* pada perbandingan 20 gr/l. setelah melewati proses fermentasi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan, nira kemudian di destilasi sebanyak 500 ml selama 10 jam dengan suhu 78-90 °C. Hasil analisa bioetanol di Laboratorium didapatkan Volume bioetanol setelah destilasi masing-masing 21 ml, 23 ml, 20 ml dan 18 ml. Sedangkan hasil analisa bioetanol dengan menggunakan alat GC 6890 N Agilent didapatkan kadar bioetanol masing-masing 80,183%, 82,717%, 78,348% dan 76,871%. serta kadar air yang ikut menguap pada proses destilasi masing-masing 19,813%, 17,283%, 21,652% dan 23,129%. Dengan demikian waktu optimal fermentasi nira aren menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* dengan konsentrasi 20 gr/l yakni pada hari ke-5 (120 jam).

Kata kunci : Nira, Fermentasi, *Saccharomyces Cerevisiae*, Bioetanol.

PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir ini energi merupakan persoalan yang krusial di dunia. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Selain itu, peningkatan harga minyak dunia hingga mencapai 100 US\$ per barel juga menjadi alasan yang serius yang menimpa banyak negara di dunia terutama Indonesia.

Salah satu sumber energi alternatif adalah bioetanol. Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif terbarukan yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Salah satu sumber daya alam hayati yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol yakni tanaman aren (*Arenga pinnata*) yang banyak di jumpai diberbagai pelosok nusantara seperti Sumatra Utara, Bengkulu, Jawa Barat, Banten, Jawa Tengah, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Selatan.

Dalam proses pembuatan nira menjadi alkohol, hal ini melalui beberapa tahap yaitu tahap fermentasi dan tahap destilasi. Dari proses tersebut kemudian akan menghasilkan alkohol sesuai dengan bahan baku yang digunakan

(Anonima, 2012), alkohol yang dihasilkan berupa alkohol 30% (Bioetanol) dan alkohol murni 90%-100% yang digunakan dalam bidang kedokteran atau industri.

Untuk menghasilkan satu liter bioetanol diperlukan 15 liter nira. Dari satu pohon dihasilkan 15 liter nira per hari. Apabila dalam satu tahun aren disadap selama 200 hari, maka nira yang dihasilkan 3.000 liter/pohon, jadi setiap pohon dapat menghasilkan 200 liter bioetanol / tahun. Jika 10 % saja dari luas areal yang ada dengan 100 pohon dalam satu hektar dijadikan bahan bioetanol, maka pertahun akan dihasilkan 1.431.900.000 liter bioetanol atau 1,43 juta KL bioetanol per tahun atau 7,15 juta KL dalam lima tahun (Iryanto, G. 2009).

RUMUSAN MASALAH

1. Berapa lama waktu fermentasi yang optimal untuk produksi bioetanol dari nira aren.
2. Bagaimana metode pemurnian bioetanol secara destilasi dan berapa persen tingkat kemurnian bioetanol yang dihasilkan.

TUJUAN PENELITIAN

- a. Menentukan waktu fermentasi bioetanol dari nira aren yang optimal menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*.
- b. Menentukan metode pemurnian bioetanol secara destilasi serta menentukan tingkat kemurnian bioetanol yang dihasilkan.

MANFAAT PENELITIAN

- Dapat memberikan informasi mengenai kadar bioetanol yang diperoleh
- Dapat memberikan informasi ilmiah dalam pemanfaatan nira aren yang lebih efektif.
- Mengurangi konsumsi nira aren yang sifatnya kearah negatif.

TINJAUAN PUSTAKA

Aren (*Arenga Pinnata Merr*)

Aren merupakan tanaman serbaguna yang mempunyai potensi besar dalam bahan substitusi pembuat gula maupun bioetanol, namun sampai saat ini pohon aren yang tumbuh di Indonesia sebagian besar merupakan pohon yang umumnya tumbuh secara liar. Aren (*Arenga pinnata Merr*) merupakan salah satu keluarga palma yang serbaguna, dapat tumbuh pada ketinggian 0-1500 meter di atas permukaan laut. Tanaman aren juga menghasilkan biomas di atas tanah yang sangat besar satu hingga 2 ton/pohon, sehingga dapat berperan penting dalam CO₂ sequestration. Setiap pohon aren bisa memproduksi nira 300-400 liter/tandan bunga. Setiap tandan bunga mampu menghasilkan nira 300-400 liter per musim bunga (selama 3-4 bulan). Jadi dalam satu pohon aren mampu menghasilkan nira kurang lebih 900-1.600 liter / tahun (BPTT Banten).

Ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*)

Ragi tape adalah bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan tape, baik dari singkong maupun beras ketan. Menurut Tarigan (1988) ragi tape merupakan populasi campuran yang terdiri dari spesies-spesies genus *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansenulla*, dan bakteri *Acetobacter*. Genus tersebut hidup bersama-sama secara sinergis. *Aspergillus* menyederhanakan tepung menjadi glukosa serta memproduksi enzim *glukoamilase* yang akan memecah pati dengan mengeluarkan unit-unit glukosa, sedangkan *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenulla* dapat menguraikan gula menjadi alkohol dan bermacam-macam zat organik lain sementara itu *Acetobacter* dapat merombak alkohol menjadi asam.

Saccharomyces Cerevisiae merupakan spesies yang bersifat fermentatif kuat. Tetapi dengan adanya oksigen, *Saccharomyces Cerevisiae* juga dapat melakukan respirasi yaitu mengoksidasi gula menjadi karbondioksida dan air. Kedua sistem tersebut menghasilkan energi, meskipun yang dihasilkan dari respirasi lebih tinggi dibandingkan dengan melalui fermentasi.

Saccharomyces Cerevisiae akan mengubah 70% glukosa di dalam substrat menjadi karbondioksida dan alkohol, sedangkan sisanya tanpa ada nitrogen diubah menjadi produk penyimpanan cadangan. Produk penyimpanan tersebut akan digunakan lagi melalui proses fermentasi *endogenous* jika glukosa di dalam medium sudah habis (Fardiaz,1992).

Bioetanol / Etanol

Etanol adalah salah satu senyawa alkohol dengan rumus kimia C₂H₅OH yang berupa cairan tidak berwarna, jernih, mudah menguap, memiliki bau dengan aroma yang khas, dan mudah terbakar. Secara umum etanol dibagi menjadi dua jenis yaitu etanol absolut dan etanol teknis (etanol 95 persen (v/v)). Etanol juga memiliki sifat dapat bereaksi dengan logam membentuk etoksida, dapat diesterifikasi dengan asam organik maupun anorganik menjadi ester, dapat bereaksi dengan gugus karbonil aldehida dan keton membentuk asetal serta dapat dioksidasi menjadi asetaldehida dan asam asetat dengan bantuan katalis (Kirk dan Othmer, 1985).

Etanol banyak digunakan sebagai pelarut, germisida, minuman, bahan anti beku, bahan bakar, dan senyawa sintetis antara senyawa-senyawa organik lainnya. Etanol sebagai pelarut banyak digunakan dalam industri farmasi, kosmetika, dan resin maupun laboratorium. Di Indonesia, industri minuman merupakan pengguna terbesar etanol, disusul berturut-turut oleh industri asam asetat, industri farmasi, kosmetika, rumah sakit, dan industri lainnya. Sebagai bahan baku, etanol digunakan untuk pembuatan senyawa asetaldehid, butadiene, dietileter, etil asetat, asam asetat, dan sebagainya. Penggunaan etanol sebagai bahan bakar, juga mempunyai prospek yang cerah. Etanol dapat digolongkan sebagai bahan yang dapat diperbaharukan, karena dapat dibuat dari bahan baku yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Etanol murni (100%) dapat digunakan sebagai pencampur pada bensin (gasoline). Etanol mempunyai angka oktan yang cukup tinggi yakni 118, sehingga dapat digunakan untuk menaikkan angka oktan.

Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa Latin yaitu *fervere* yang artinya mendidihkan, yaitu berdasarkan ilmu kimia terbentuk gas-gas dari suatu cairan yang pengertiannya berbeda dengan air mendidih. Gas yang terbentuk diantaranya karbondioksida (CO₂) (Afrianti,2004).

Fermentasi sebenarnya merupakan kegiatan mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme dari mikroba, membentuk alkohol dan asam, serta menekan pertumbuhan mikroba proteolitik dan lipolitik. Beberapa hasil fermentasi terutama asam dan alkohol dapat mencegah pertumbuhan mikroba yang bersifat racun didalam makanan, misalnya *Clostridium botulinum* (Winarno,1984).

Proses fermentasi diawali dengan pembuatan starter. Nira aren diatur kadar gulanya sampai mencapai 2%, kemudian dipanaskan lalu didinginkan dan inokulasi dengan kultur murni, antara lain *Saccharomyces Cerevisiae* atau ragi komersial lalu diinkubasi selama 24 jam. Kemudian disiapkan nira yang telah siap untuk difermentasi menjadi alkohol. Nira aren (kadar gula 12,5 – 14,0%) dipanaskan lalu didinginkan dan diatur pH berkisar 4,0 – 4,5 menggunakan asam sitrat. Selanjutnya diinokulasi starter 10% lalu difermentasi. Hasil proses fermentasi nira aren kadar alkohol mencapai 6,88% (Rindengan, et al., 2006). Kadar alkohol dapat ditingkatkan dengan cara penyulingan.

Destilasi

Istilah destilasi sederhana umumnya berkaitan dengan pemisahan suatu campuran yang terdiri dari dua atau lebih cairan melalui pemanasan. Pemanasan dimaksudkan untuk menguapkan komponen-komponen yang lebih mudah menguap (titik didih lebih rendah) dan kemudian uap yang diperoleh dikondensasi kembali menjadi cair dan kemudian ditampung dalam suatu bejana penerima (Cook dan Cullen, 1986).

Syarat utama dalam operasi pemisahan komponen-komponen dengan cara destilasi adalah komposisi uap harus berbeda dari komposisi cairan dengan terjadi keseimbangan larutan-larutan, dengan komponen - komponennya cukup dapat menguap. Suhu cairan yang mendidih merupakan titik didih cairan tersebut pada tekanan atmosfer yang digunakan (Geankoplis, 1983).

Destilasi dilakukan melalui tiga tahap: evaporasi yaitu memindahkan pelarut sebagai uap dari cairan; pemisahan uap-cairan di dalam kolom, untuk memisahkan komponen dengan titik didih lebih rendah yang lebih volatil dari komponen lain yang kurang volatil; dan kondensasi dari uap, untuk mendapatkan fraksi pelarut yang lebih volatil.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - Juni 2015 di Laboratorium Kimia, Jurusan Teknik Industri, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa "45" Makassar dan Laboratorium Forensik POLRI Cabang Makassar.

Alat dan Bahan

Alat :

- Timbangan digital
- Alat GC 6890 N Agilent
- pH meter digital
- Tissue
- Wadah Fermentasi 4 buah
- Pengaduk
- Botol Sampel 4 buah
- Kain Penyaringan
- 11. Balf

- Gelas Piala 10 ml
- Gelas Piala 50 ml
- Gelas Ukur 500 ml
- Gelas Ukur 300 ml
- Corong
- Saringan
- Botol Semprot
- Rangkaian alat destilasi :



Prosedur Penelitian

- A. Proses Penyadapan Nira
Penyadapan nira dilakukan untuk menampung nira dari pohon Enau, proses penyadapan dilakukan selama 24 jam untuk menghasilkan nira ± 10 liter.
- B. Proses Penyaringan
Penyaringan dilakukan untuk memisahkan kotoran yang ukurannya cukup besar seperti serangga yang masih

tercampur dengan nira setelah proses penyadapan sebelumnya, kemudian diendapkan selama 1-2 jam dengan tujuan agar kotoran yang masih tercampur setelah proses penyaringan mudah dipisahkan.

C. Proses Fermentasi

Proses Fermentasi nira dilakukan untuk meningkatkan kadar alkohol pada cairan nira. Langkah awal pada proses ini dimulai dengan pencampuran nira dengan ragi (*Saharomyces Cerevisiae*) dengan perbandingan 20gr/l kemudian diaduk selama beberapa menit sampai merata (homogen), waktu fermentasi divariasikan : 3 hari (72 jam), 5 hari (120 jam), 7 hari (168 jam) dan 9 hari (216 jam).

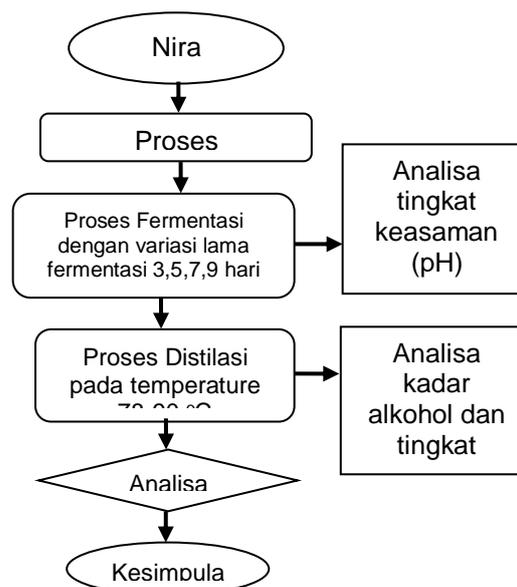
D. Parameter Pengamatan

Parameter Pengamatan selama proses Fermentasi dilakukan pada hari ke 3,5,7 dan 9 adalah Kadar alkohol (%) dan Derajat keasaman (pH).

E. Proses Destilasi

Proses destilasi dilakukan untuk meningkatkan kadar etanol dan tingkat kemurnian. Pada proses ini, bahan baku arak dimasukkan ke dalam labu didih, Selanjutnya labu didih diletakkan di atas portable dan dilengkapi dengan wadah yang telah diisi air setengah dari tempatnya. portable dapat berfungsi sebagai pengatur panas, dilengkapi termometer di atas permukaan air sehingga distilat yang keluar dari kondensor dapat diketahui suhunya. Kemudian dipanaskan, Air panas ini akan memanaskan labu didih yang berisi bahan baku, agar suhu alkohol dalam tangki pemanas tidak melebihi titik didih alkohol (78°C). Dengan adanya penan gas air dan termometer sebagai penduga suhu alkohol yang keluar maka suhu air dapat dijaga sekitar 75-90°C. Destilat yang keluar kemudian ditampung pada wadah penampung.

Diagram Alir Penelitian

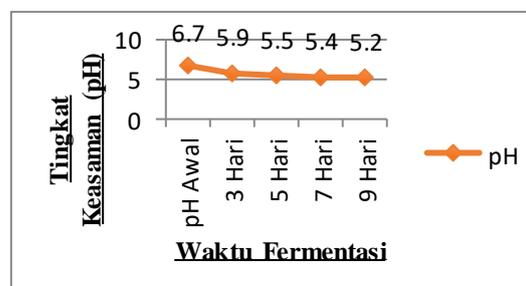


HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Keasaman (pH)

Waktu (Jam) Fermentasi	pH Setelah Fermentasi (pH Awal 6,7)
72	5,9
120	5,5
168	5,4
216	5,2

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa semakin lama waktu fermentasi maka tingkat keasaman nira (pH) semakin meningkat dengan pH awal 6,7. Fermentasi dilakukan selama 3,5,7 dan 9 hari dengan menggunakan *Saharomyces Cerevisiae* dengan perbandingan 20 gr/l. Berikut ini grafik pada table

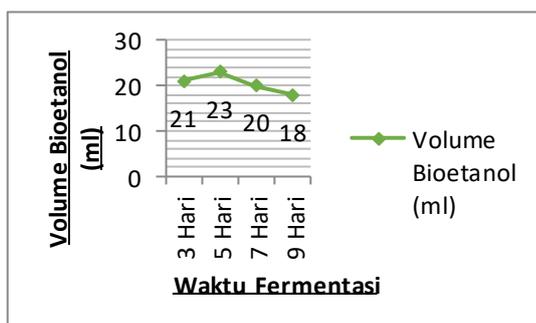


Volume Bioetanol Hasil Destilasi

Waktu (Jam) Fermentasi	Waktu (Jam) Destilasi	Volume (ml) Bioetanol
72	10	21
120	10	23
168	10	20
216	10	18

Dari tabel diatas dapat diketahui volume bioetanol hasil destilasi nira berdasarkan waktu fermentasi yakni, meningkat pada fermentasi 3 dan 5 hari kemudian menurun pada fermentasi 7 dan 9 hari. Hal ini disebabkan karena nutrisi yang terkandung didalam nira pada waktu fermentasi telah habis sehingga mikroba tidak lagi dapat memfermentasi glukosa menjadi bioetanol dan mengakibatkan volume hasil destilasi jadi berkurang.

Berikut ini grafik pada tabel



Analisa Sampel Menggunakan Instrument GC 6890 N Agilent

Analisa kadar bioetanol dan kadar air hasil destilasi berdasarkan variasi waktu fermentasi di Laboratorium Forensik POLRI dengan menggunakan Instrument GC 6890 N Agilent sebagai berikut :

A. Persiapan Alat GC 6890 N Agilent

Nyalakan tombol power pada alat GC dengan prosedur standar, kemudian atur suhu injector sebesar 250 °C, suhu kolom 125-250 °C dengan kenaikan suhu bertahap (1 menit dinaikkan 10 °C) detector TCD, gas pembawa He, fase diam MS 52 (kecepatan 21 ml/menit) kemudian alat siap digunakan.

Waktu (Jam) Fermentasi	Volume Nira (ml)	Kadar Air
72	500	19,813%
120	500	17,283%
168	500	21,652%
216	500	23,129%

B. Proses Analisa Sampel

Langkah kerja :

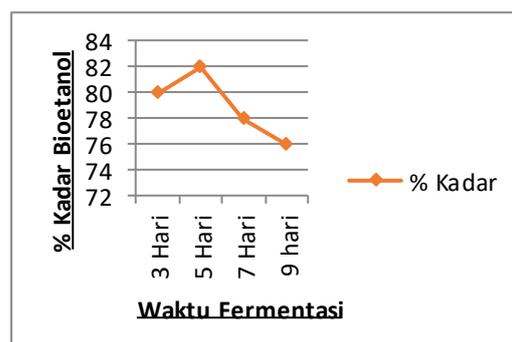
1. Mengambil sampel nira fermentasi dengan syring sebanyak 1 μ l
2. Mengisi sampel info dengan nama operator, nama sampel dan keterangan sampel.
3. Meninjek sampel pada injector
4. Menekan tombol start pada GC
5. Tunggu sampai proses Runtime selesai (12 menit)
6. Hasil kromatogram keluar di layar monitor GC
7. Mencetak hasil kromatogram dengan mengklik button Print di layar monitor GC.

C. Konsentrasi Bioetanol Hasil Destilasi

Waktu (Jam) Fermentasi	Konsentrasi (%) Bioetanol
72	80,183 %
120	82,717 %
168	78,348 %
216	76,872 %

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa konsentrasi bioetanol hasil destilasi nira berdasarkan waktu fermentasi meningkat pada Fermentasi 3 dan 5 hari kemudian menurun pada fermentasi 7 dan 9 hari. Hal ini disebabkan karena nutrisi yang terkandung di dalam nira yang telah difermentsi telah habis sehingga mikroba tidak bisa lagi mengubah glukosa menjadi bioetanol.

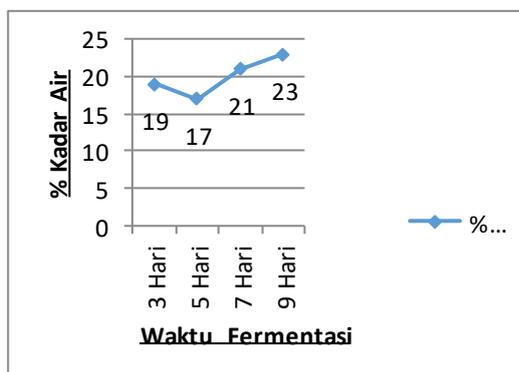
Berikut ini grafik pada tabel.



Kadar Air yang Ikut Menguap Pada Proses Destilasi

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa konsentrasi air hasil destilasi nira yang ikut bersama bioetanol berdasarkan waktu fermentasi

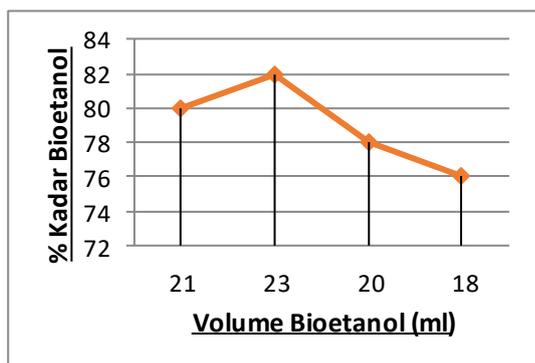
menurun pada Fermentasi 5 hari kemudian meningkat pada fermentasi 7 dan 9 hari. Berikut grafik pada tabel.



Hubungan Antar Konsentrasi dengan Volume Bioetanol

Waktu (Jam) Fermentasi	Volume Bioetanol	Konsentrasi Bioetanol
72	21	80,183 %
120	23	82,717 %
168	20	78,348 %
216	18	76,872 %

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa konsentrasi bioetanol hasil destilasi berbanding lurus dengan volume bioetanol yang dihasilkan pada proses destilasi selama 10 jam dengan volume nira 500 ml, atau dengan kata lain semakin tinggi kadar bioetanol maka volume bioetanol yang dihasilkan juga semakin banyak. Berikut grafik pada tabel.



KESIMPULAN

Waktu fermentasi sangat berpengaruh terhadap hasil bioetanol, karena semakin lama waktu fermentasi maka konsentrasi bioetanol semakin meningkat namun apabila proses fermentasi terlalu lama maka nutrisi yang terkandung di dalam nira akan habis dan mikroba tidak bisa lagi mengubah sukrosa

menjadi bioetanol, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa waktu optimal untuk proses fermentasi nira menggunakan *Saharomyces Cerevisiae* adalah pada fermentasi 5 hari dengan konsentrasi 20 gr/l.

REFERENSI

Hananto. A. dkk. 2010. *Proses Pengambilan Kembali Bioetanol Hasil Fermentasi dengan Metode Adsorpsi Hidro Phobik*. Skripsi Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang. Hal. 1-3.

Iryanto, G. 2009, *Tanaman Perkebunan Penghasil Bahan Bakar Nabati (BBN)*. Penerbit IPB Press, Bogor. Hal. 4-7.

Soleh Efendi, S. 2010, *Aren Semakin Populer Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Penerbit Sinar Tani, Jakarta. Hal. 1-2.

Sayid, R. 2012, *Pengaruh Penambahan Kapur dan Arang Aktif pada Konversi Arak dari Aren (arenga pinnata merr) Menjadi Bioetanol*. Jurnal Ilmia Teknik Kimia Universitas Muslim Indonesia. Vol.7, No.13, hal.971.

Sagala J. dkk. 2001. *Pembuatan dan pemurnian bioetanol dari buah papaya menggunakan proses fermentasi dan distilasi*. Jurnal Ilmiah, Program Studi Kimia, Jurusan Kimia dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan. Vol.5, No.8, hal.1

Setyawati, H., dan Nanik, A. R, 2010, *Bioetanol Dari Kulit Nanas Dengan Variasi Massa Saccharomyces cereviseae dan Waktu Fermentasi*. Jurnal Ilmiah, Institut Teknologi Nasional, Malang. Vol.11, No.4, hal.3.

Sutanto, R. Jaya, H. Mulyanto, A. 2010. *Analisa pengaruh lama fermentasi dan temperatur distilasi terhadap sifat fisik (specific gravity dan nilai kalor)*

Harisman, R. *Bioetanol berbahan baku nanas (ananas comosus)*. Jurnal Ilmiah, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram. Vol.3, No.2, hal.94

Pumama Sari A. dkk 2009, *Produksi bioetanol dari selulosa alga merah dengan system fermentasi simultan menggunakan bakteri clostridium acetobutylicum*. Jurnal Ilmiah, Jurusan Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Vol. 6, No. 21, hal 4-5.

Zahratul Firdaus. M, dkk 2013. *Pemanfaatan pati singkong karet (manihot glasiofil) untuk produksi bioetanol fueel grado melalui proses distilasi – dehidrasi menggunakan zeolit alam.*

Wahid, M. dkk 2012. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Vol.2, No.3, hal.77.