

**ANALISIS KADAR ETANOL NIRA AREN (*Arenga pinnata*
Merr) DARI KECAMATAN MONTASIK KABUPATEN ACEH
BESAR BERDASARKAN VARIASI WAKTU SIMPAN
MENGUNAKAN KROMATOGRAFI GAS**

SKRIPSI

**Diajukan Oleh:
Zatur Raihan
NIM. 150704016
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM - BANDA ACEH
2019 M / 1440 H**

Lembaran Persetujuan

**ANALISIS KADAR ETANOL NIRA AREN (*Arenga pinnata Merr*) DARI
KECAMATAN MONTASIK KABUPATEN ACEH BESAR
BERDASARKAN VARIASI WAKTU SIMPAN
MENGUNAKAN KROMATOGRAFI GAS**

SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Kimia

Oleh

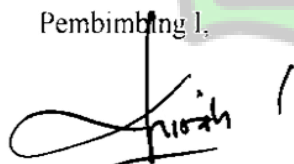
ZATUR RAIHAN

NIM. 150704016

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Khairun Nisah, M. Si
NIDN. 2016027902

Pembimbing II,



Cut Nuzlia, M.Sc
NIDN. 2014058702

Lembar Pengesahan

**ANALISIS KADAR ETANOL NIRA AREN (*Arenga pinnata Merr*) DARI
KECAMATAN MONTASIK KABUPATEN ACEH BESAR
BERDASARKAN VARIASI WAKTU SIMPAN
MENGUNAKAN KROMATOGRAFI GAS**

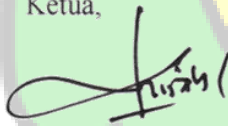
SKRIPSI

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Kimia

Pada Hari/Tanggal: Kamis, 2 Januari 2020
6 Jumadil Akhir 1441 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Khairun Nisah, M. Si
NIDN. 2016027902

Sekretaris,



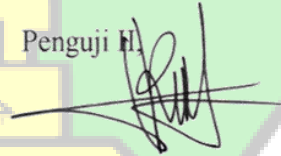
Cut Nuzlia, M.Sc
NIDN. 2014058702

Penguji 1,



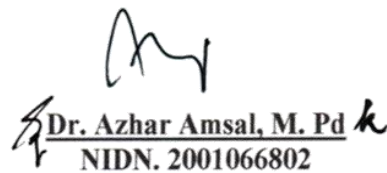
Febrina Arfi, M.Si
NIDN. 2021028601

Penguji II,



Reni Silvia Nasution, M. Si
NIDN. 2022028901

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Azhar Amsal, M. Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zatur Raihan
NIM : 150704016
Program Studi : Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Analisis Kadar Etanol Nira Aren (*Arenga pinnata Merr*) Dari Kecamatan Montasik Kabupaten Aceh Besar Berdasarkan Variasi Waktu Simpan Menggunakan Kromatografi Gas

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan karya asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 2 Januari 2020
Yang menyatakan




Zatur Raihan

ABSTRAK

Nama : Zatur Raihan
NIM : 150704016
Program Studi : Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi
Judul : Analisis Kadar Etanol Nira Aren (*Arenga pinnata Merr*) Dari Kecamatan Montasik Kabupaten Aceh Besar Berdasarkan Variasi Waktu Simpan Menggunakan Kromatografi Gas
Tanggal Sidang : 2 Januari 2020
Tebal Skripsi : 70 Halaman
Pembimbing I : Khairun Nisah, M.Si
Pembimbing II : Cut Nuzlia, M.Sc
Kata Kunci : Nira Aren, Etanol, Kromatografi Gas.

Nira aren merupakan minuman segar hasil penyadapan bunga jantan maupun bunga betina yang mudah terfermentasi secara alami, karena adanya khamir *Saccharomyces cerivisiae* yang dihasilkan melalui udara bebas ketika penyadapan atau bumbung tempat penyadapan yang kotor. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kadar etanol yang terkandung dalam nira aren (*Arenga pinnata Merr*) dari Kecamatan Montasik Kabupaten Aceh Besar yang divariasi waktu simpan 0, 4, 8 dan 24 jam setelah distribusi, dan juga untuk mengetahui kelayakan konsumsi berdasarkan keputusan MUI Nomor 4 tahun 2003. Penelitian menggunakan metode distilasi untuk memurnikan senyawa dan metode kromatografi gas-deteksi ionisasi nyala yang hasilnya diperoleh data waktu retensi dan tinggi puncak dalam bentuk kromatogram. Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa nira aren yang variasi waktu simpan 0; 4; 8 dan 24 jam sejak didistribusi layak dikonsumsi, karena kadar yang didapat berturut-turut 0; 0,12; 0,17 dan 0,27%. Hal ini dirujuk kepada peraturan MUI tahun 2003 tentang kelayakan konsumsi minuman yang mengandung etanol <1% dengan ketentuan tidak memabukkan.

ABSTRACT

Name : Zatur Raihan
NIM : 150704016
Major : Chemistry, Faculty of Science and Technology
Title : Analysis of aren palm (*Arenga pinnata* Merr) from Montasi, Aceh Besar by varying fermentation time (0, 4, 8, and 24 hours) by gas chromatography.
Thesis Thickness : 70 pages
Advisor I : Khairun Nisah, M.Si
Advisor II : Cut Nuzlia, M.Sc
Keywords : Aren Palm, Ethanol, Gas Chromatography.

Aren Palm is kind of fresh drink obtained of fermented stamens and pistil naturally cause of *Saccharomyces cerivisiae* produced from free air. The purpose of this research were to know the ethanol content of aren palm (*Arenga pinnata* Merr) from Montasik, Aceh Besar by varying fermentation time (0, 4, 8, and 24 hours) after distributed, and to know consumption appropriates of ethanol based on MUI regulation in 2003. The method used in this research was distillation to purify compound and gas chromatography- flame ionisation detector obtained as chromatogram which contained retention time and peak height. The conclusion from this research shows that aren palm fermented for 0; 4; 8 and 24 hours after distribution is suitable for consumption, because the levels that can be successively 0; 0,12; 0,17 and 0,27. This research referred to MUI regulation number 4 of 2003 concerning the teasibility of consuming drinks containing ethanol <1% with no intoxicating provisions.

KATA PENGANTAR



Puji syukur ke hadirat Allah SWT. yang telah memberikan hidayah dan kekuatan sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi. Tak lupa pula salawat beserta salam kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat yang membimbing umat manusia ke zaman yang penuh dengan pengetahuan seperti saat ini.

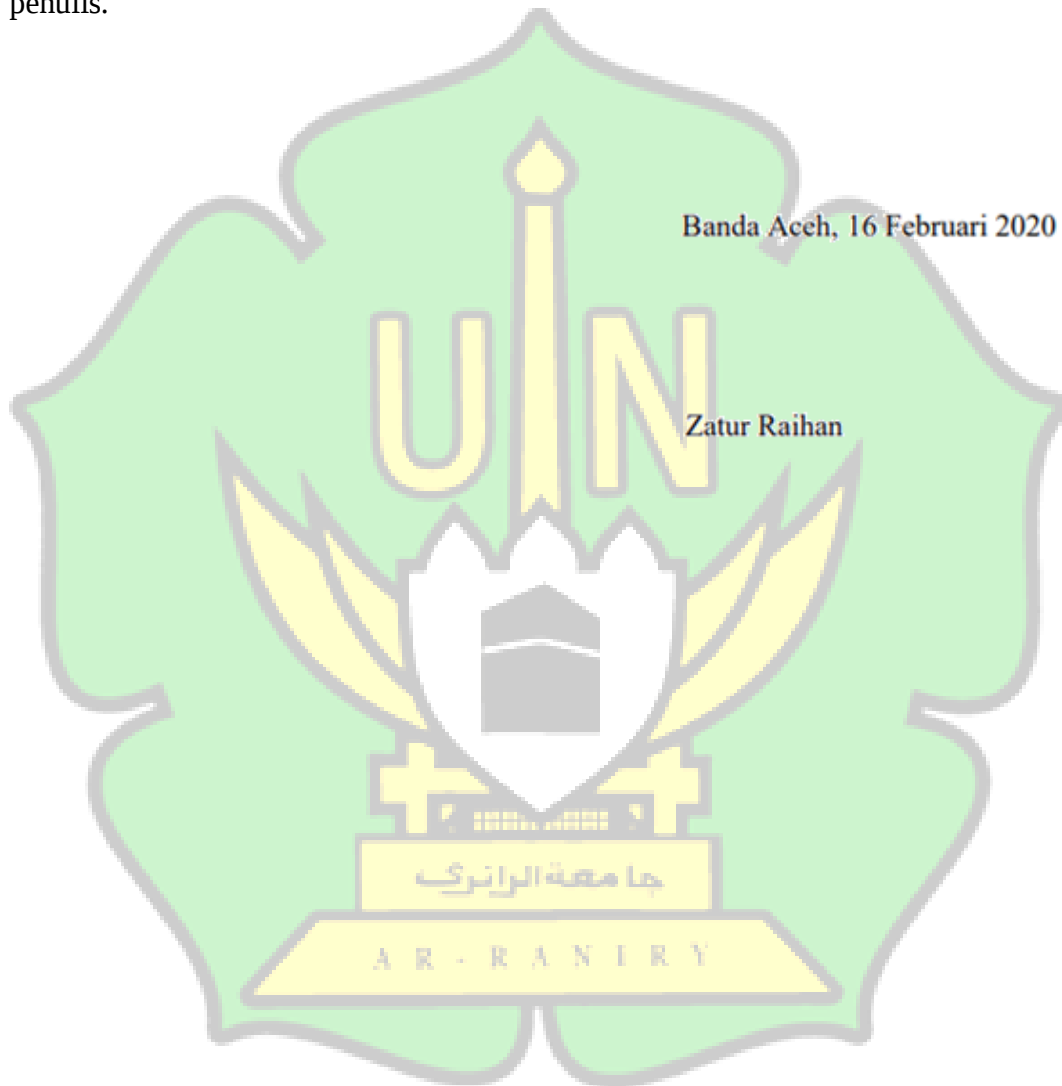
Pada kesempatan ini Penulis menulis skripsi berjudul **Analisis Kadar Etanol Dalam Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr) Dari Kecamatan Montasik Kabupaten Aceh Besar Berdasarkan Variasi Waktu Simpan Menggunakan Kromatografi Gas** yang ditulis sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Penulis banyak belajar dan mendapat ilmu pengetahuan yang sangat berharga sehingga Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda yang telah memberikan dukungan baik secara material maupun moral sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Khairun Nisah, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.
3. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si selaku Sekretaris Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.
4. Ibu Khairun Nisah, M.Si selaku Dosen Pembimbing I di Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.
5. Ibu Cut Nuzlia, M.Sc Selaku Dosen Pembimbing II di Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.
6. Bapak/Ibu dosen di Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh yang telah turut serta membantu dan memberikan dukungan penulisan skripsi ini.

7. Kawan-kawan dan kerabat seperjuangan angkatan 2015 yang memberikan dukungan penuh.

Penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu, Penulis mengharapkan saran dan masukan yang bermanfaat dan membangun sehingga skripsi dapat menjadi lebih baik lagi. Akhir kata, Penulis mengucapkan terima kasih dan berharap skripsi ini akan bermanfaat bagi pembaca maupun penulis.



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii

BAB I : PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian.....	6

BAB II : LANDASAN TEORITIS

2.1 Aren (<i>Arenga pinnata</i> Merr)	7
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Aren.....	7
2.1.2 Kandungan Nira Aren	9
2.1.3 Manfaat Aren.....	10
2.2 Etanol.....	12
2.2.1 Pengertian Etanol.....	12
2.2.2 Alkohol (Etanol) Menurut MUI.....	12
2.3 Fermentasi	13
2.3.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Alkohol	15
2.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Etanol dalam Nira.....	16
2.3.3 <i>Saccharomyces cerivisiae</i>	16
2.4 Distilasi.....	18
2.5 Kromatografi Gas.....	19
2.6 Penelitian Terkait	26

BAB III: METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	28
3.2.1 Alat Penelitian.....	28
3.2.2 Bahan Penelitian.....	28
3.3 Prosedur Kerja	29
3.3.1 Preparasi Sampel	29
3.3.2 Proses Pemisahan dengan Distilasi.....	29
3.3.3 Analisis Kadar Etanol	29

BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian.....	31
4.2 Pembahasan	33

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran	40

DAFTAR KEPUSTAKAAN.....	41
--------------------------------	-----------

LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	48
-------------------------------	-----------

RIWAYAT HIDUP PENULIS	49
------------------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Aren	7
Gambar 2.2	Nira Aren.....	9
Gambar 2.3	Reaksi Fermentasi Nira Aren	11
Gambar 2.4	Komponen Alat Distilasi.....	18
Gambar 2.5	Komponen Alat Kromatografi.....	21
Gambar 2.6	Skema Kerja Alat Kromatografi Gas.....	22
Gambar 4.1	Kurva Kadar Etanol	32
Gambar 4.2	Reaksi Fermentasi Nira.....	34



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Kimia Aren.....	10
Tabel 2.2 Karakteristik Fisik Etanol.....	12
Tabel 2.3 Contoh Gas Pembawa dan Pemakaian Detektor.....	23
Tabel 4.1 Uji Kadar Rendemen	31
Tabel 4.2 <i>Peak Area</i> Etanol menggunakan GC-FID	31
Tabel 4.3 <i>Peak Area</i> Etanol Nira Aren menggunakan GC-FID.....	31
Tabel 4.4 Uji Kadar Etanol.....	32



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Skema Kerja	48
Lampiran 2 : Perhitungan.....	48
Lampiran 3 : Kromatogram Etanol.....	50
Lampiran 4 : Kromatogram Nira Aren	51
Lampiran 5 : Dokumentasi Penelitian.....	54
Lampiran 6 : MUI No.4 Tahun 2003	56



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tanaman aren (*Arenga pinnata Merr*) merupakan tanaman yang mudah beradaptasi pada dataran rendah hingga 1400 m diatas permukaan laut (Mariati, 2013). Tanaman ini memiliki manfaat disetiap fisik dan produksi pohonnya, seperti daun, batang, ijuk, akar, buah, nira dan pati/tepung (Rahayuningtyas dan Susanti, 2016). Namun nira merupakan produk utama tanaman yang dijadikan gula aren, cuka dan alkohol (Effendi, 2010).

Nira aren hanya dapat disimpan selama 4 jam saja (Mulyawanti dkk, 2011), karena nira bisa mengalami proses fermentasi secara alami oleh *Saccharomyces cerivisiae* yang berasal dari udara bebas ketika proses penyadapan (Mussa, 2014) atau bumbung tempat penyadapan yang kotor (Mulyawanti dkk, 2011).

Mengkonsumsi nira aren yang masih segar dapat berfungsi sebagai penambah stamina tubuh karena mengandung glukosa, namun mengkonsumsi nira aren dengan kadar etanol tinggi dapat menyebabkan ketergantungan atau kecanduan, menghilangkan stres, obat penenang (Rezkiani, 2016), merasa senang dan dapat meningkatkan rasa percaya diri (Maula dan Yuniastuti, 2017).

Setelah adanya penyalahgunaan berbagai obat terlarang dan zat adiktif, maka dampak penyalahgunaan alkohol menjadi salah satu permasalahan yang sangat serius (Irmayanti, 2015). Mengkonsumsi alkohol secara berlebihan dapat menyebabkan keracunan dan memabukkan, namun apabila dikonsumsi dalam jangka panjang dapat merusak sebagian besar sistem tubuh. Pengguna alkohol

kronis dapat menyebabkan kanker, jantung koroner, gangguan hati serta gangguan neurologis (Maula dan Yuniastuti, 2017). Minuman alkohol dapat memberikan dampak yang buruk bagi kesehatan, karena tubuh manusia hanya dapat menerima alkohol sekitar 7 kal/g, tetapi pada kenyataannya tidak ada proses biokimiawi dalam tubuh manusia yang memerlukan alkohol (Pribadi, 2017).

Alkohol dibedakan menjadi dua jenis yaitu alkohol yang bukan dari industri khamar dan alkohol yang berasal dari industri khamar menurut fatwa MUI. Hukum alkohol yang bukan berasal dari industri khamar boleh digunakan sebagai bahan penolong dengan ketentuan tidak terdeteksi pada produk akhir dan tidak bernajis. Sedangkan alkohol yang berasal dari industri khamar adalah haram dan najis sehingga tidak boleh digunakan. Khamar dan alkohol berbeda, oleh karena itu semua khamar pasti memiliki kandungan alkohol tetapi tidak semua alkohol merupakan khamar (MUI, 2003).

Nira segar mempunyai rasa manis yang disebabkan oleh adanya sukrosa, glukosa dan fruktosa. Nira memiliki beberapa kandungan tertentu, yaitu 88,4% air; 11% gula; 0,41% protein; 0,17% lemak dan 0,02% asam-asam lain seperti asam sitrat, asam tartarat, asam malat, asam suksinat, asam laktat, asam fumarat dan asam piruglatamat (Haryanti dkk, 2012). Nira aren yang sudah mengalami proses fermentasi menjadi tuak, (tuak aren) mengandung 88,4% air; 0,38% protein; 0,2% lemak; 0,02% mineral; 7% karbohidrat dan 4% alkohol (Panggabea, 2015).

Etil alkohol atau etanol merupakan bahan psikoaktif utama yang terkandung dalam alkohol hasil dari proses fermentasi gula, madu, sari buah atau umbi-umbian. Menurut keputusan MUI No. 4 Tahun 2003 menyatakan bahwa minuman

keras (khamar) adalah minuman yang mengandung etanol minimal 1%. Sedangkan minuman yang mengandung etanol dibawah 1% hasil dari suatu fermentasi yang direkayasa adalah haram atas dasar mencegah tetapi tidak najis (MUI, 2003).

Hasanah (2008) dalam penelitiannya tentang pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol tape ketan hitam (*Oryza sativa L var forma glutinosa*) dan tape singkong (*Manihot utilissima Pohl*) dengan waktu fermentasi tape ketan hitam selama 24; 48; 72; 96 dan 120 jam berturut-turut, mengandung kadar alkohol sebanyak 0,388; 0,786; 1,056; 3,884 dan 7,518%, sedangkan kadar alkohol pada tape singkong sebanyak 0,844; 2,182; 4,904; 6,334 dan 11,811%. Kadar alkohol akan terus meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan, hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka kadar etanol semakin tinggi.

Sementara menurut Aryasa dkk (2019), kadar etanol pada minuman tuak nira aren di Kabupaten Tabanan, Bali yang divariasi waktu fermentasi secara alami selama 1; 2; 3; 4; 5; 6 dan 7 hari berturut-turut mengandung kadar etanol sebanyak 4,839; 5,076; 5,233; 5,173; 4,971; 4,954 dan 4,927%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu fermentasi yang baik adalah 3 hari dengan kadar alkohol 5,233%. Penelitian yang dilakukan oleh Taslim dkk (2017) menghasilkan kadar etanol tertinggi pada waktu fermentasi 72 jam sebanyak 14,043%. Fermentasi alkohol yang dilakukan lebih dari 3 hari dapat menyebabkan kadar alkohol berkurang, karena senyawa alkohol telah dikonversi menjadi senyawa lain, seperti asam asetat. Menurut Ongirwalu (2009), fermentasi dalam jangka waktu yang panjang menyebabkan ragi *Saccharomyces cerivisiae* memasuki fase stasioner, yaitu fase dimana jumlah mikroba yang hidup sebanding dengan jumlah

mikroba yang mati. Sehingga *Saccharomyces cerivisiae* berkurang dan tidak dapat menghasilkan alkohol lagi karena kekurangan nutrisi. Selain itu menurut Sari (2008) juga karena terjadinya reaksi lanjut dari etanol menjadi asam asetat, karena terjadinya proses oksidasi. Dimana laju pemecahan glukosa menjadi etanol lebih kecil daripada laju oksidasi etanol menjadi asam asetat, sehingga kadar etanol yang diperoleh semakin menurun. Oleh karena itu waktu fermentasi etanol pada suatu bahan dasar glukosa, pati maupun jerami berbeda-beda tergantung dari banyaknya kandungan glukosa.

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan analisis kadar etanol pada nira aren dengan waktu penyimpanan yang berbeda. Penentuan kadar etanol dilakukan dengan metode distilasi sederhana dan kromatografi gas. Pemisahan dengan distilasi sederhana karena kadar etanol yang diperoleh kurang dari 95% (Handrian dkk, 2017) berdasarkan variasi waktu simpan 0, 4, 8 dan 24 jam sejak didistribusi. Distilasi bertujuan untuk memisahkan etanol dari air (Tianigrum, 2011), sedangkan kromatografi gas dengan detektor FID (*Flame Ionization Detector*) bertujuan untuk mendeteksi kandungan dan kadar etanol. Detektor FID merupakan detektor yang dapat mendeteksi senyawa yang mengandung etanol dan memiliki tingkat selektivitas yang tinggi, yaitu 0,02 coulomb/gram. GC-FID merupakan metode yang sangat sensitif, cepat dan dapat diandalkan untuk menentukan senyawa yang bersifat volatil (Mariana dkk, 2018). Oleh karena itu, peneliti berinisiatif menguji kadar etanol pada nira aren dengan metode distilasi dan kromatografi gas dengan perlakuan variasi waktu simpan pada suhu ruang. Kadar etanol hasil kromatografi gas diharapkan dapat membantu masyarakat untuk mengetahui kehalalannya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah kadar etanol yang terkandung dalam nira aren (*Arenga pinnata Merr*) dari Kecamatan Montasik Kabupaten Aceh Besar yang divariasi waktu simpan selama 0, 4, 8 dan 24 jam setelah distribusi ?
2. Apakah nira aren (*Arenga pinnata Merr*) yang telah divariasi waktu simpannya layak dikonsumsi berdasarkan keputusan MUI tahun 2003 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui kadar etanol yang terkandung dalam nira aren (*Arenga pinnata Merr*) dari Kecamatan Montasik Kabupaten Aceh Besar yang divariasi waktu simpan selama 0, 4, 8 dan 24 jam setelah distribusi.
2. Untuk mengetahui kelayakan minuman nira aren (*Arenga pinnata Merr*) yang divariasi waktu simpannya untuk dikonsumsi berdasarkan keputusan MUI tahun 2003.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada masyarakat tentang kadar etanol yang terkandung dalam minuman nira aren berdasarkan lama waktu simpan 0, 4, 8 dan 24 jam setelah distribusi sehingga mengetahui kelayakan untuk dikonsumsi.

1.5 Batasan Penelitian

Mengingat banyaknya pembahasan mengenai nira aren, maka penelitian ini perlu adanya batasan-batasan masalah, agar lebih terarah dan dapat memberikan informasi yang jelas mengenai masalah-masalah yang akan diteliti, adapun penelitian ini dibatasi pada beberapa hal, yaitu :

1. Nira aren diambil dari petani tradisional Kecamatan Montasik Kabupaten Aceh Besar, dengan tidak memperhitungkan jenis dari pohon nira tersebut.
2. Penyimpanan pada suhu ruang dengan lama fermentasi 0, 4, 8 dan 24 jam berdasarkan distribusi dari penjualan nira aren.
3. Pemisahan etanol dengan distilasi sederhana dan uji kuantitatif dengan kromatografi gas.
4. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Instrumen SMK-SMTI dan Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry yang dilaksanakan pada bulan Juli-November.

BAB II

LANDASAN TEORITIS

2.1 Aren (*Arenga pinnata* Merr)

Aren merupakan jenis tanaman tahunan yang digolongkan dalam keluarga palma *Aracaceae* (Mulyanie dkk, 2018). Dahulu nama botani dari tanaman aren adalah *Arenga saccharifera*, akan tetapi sekarang dipustakakan dengan nama *Arenga pinnata* Merr. Konon, tanaman ini berasal dari Indonesia, namun tanaman ini juga bisa dijumpai di Myanmar, Thailand, Philipina, Malaysia, pantai Barat India, Vietnam dan Kamboja (Lempang, 2012).

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr)



Gambar 2.1. Tanaman aren (Dokumentasi Pribadi)

Klasifikasi dari taksonomi tanaman aren sebagai berikut :

- Kerajaan : *Plantae*
- Divisi : *Magnoliophy (Angiospermae)*
- Kelas : *Liliopsida (Monocotyledoneae)*

Ordo : *Arecales*
Famili : *Arecaceae*
Genus : *Arenga*
Spesies : *Arenga pinnata*Merr (Ginting, 2017).

Tanaman aren termasuk ke dalam jenis tanaman tahunan, berukuran besar, berbentuk palem pohon soliter tinggi hingga 12 m (Fatah dan Sutejo, 2015) dengan diameter batang berkisar antara 122,4-129 cm (Yunita dkk, 2017). Pohon aren bisa mencapai ketinggian dengan diameter batang mencapai 65 cm dan tinggi 15 m, bahkan tinggi mencapai 20 m dengan tajuk daun yang menjulang diatas batang (Hardiansyah, 2017), permukaan batang ditutupi oleh serat ijik yang berwarna hitam yang berasal dari dasar tangkai daun (Pitopang, 2008) dan bagian atas yang berkumpul suatu massa yang mirip kapas berwarna coklat sehingga mudah terbakar (Hardiansyah, 2017).

Tanaman aren berpotensi untuk mengatasi kekurangan pangan dan mudah beradaptasi dengan baik pada berbagai cuaca, baik pada tanah berlempung, berkapur ataupun berpasir (Fatah dan Sutejo, 2015), namun tanaman ini sangat cocok untuk tumbuh pada daerah pergunungan, karena curah hujan yang tinggi, tanah bertekstur liat dan berpasir tetapi tidak bisa tumbuh pada tanah masam dan dalam pertumbuhannya membutuhkan kisaran suhu 20-25°C. (Effendi, 2010; Kementrian Pertanian, 2014)).

Pohon aren juga bermanfaat untuk pemeliharaan dan perlindungan lahan, karena mempunyai perakaran dangkal yang mencapai 6-8 m didalam tanah dan melebar, serta mampu tumbuh baik pada lereng bukit, lembah dan gunung. Sehingga sangat bermanfaat untuk mencegah terjadinya erosi tanah dan longsor

(Harahap, 2017), demikian pula dengan daun yang cukup lebat dan batang yang tertutup lapisan ijuk, sehingga sangat efektif untuk menahan air hujan yang langsung turun ke permukaan tanah. Secara ekologis, tanaman aren juga berfungsi sebagai pendukung habitat dari fauna tertentu (Setiawan, 2014).

2.1.2 Kandungan Nira Aren (*Arenga pinnata Merr*)

Nira merupakan hasil dari penyadapan bunga jantan (Wibisono, 2017) maupun bunga betina (Surya dkk, 2018), berwarna bening agak keruh, berasa manis dan berbau harum khas (Mulyani dan Romdani, 2018). Bunga jantan bisa menghasilkan nira yang lebih banyak dibandingkan bunga betina karena bunga jantan berbentuk bulat panjang seperti peluru yang panjangnya mencapai 1,2-1,5 cm, berbentuk untaian/berkelompok dan berwarna ungu sedangkan bunga betina berbentuk bulat kecil, hidup berpisah-pisah dan berwarna putih kehijauan, sehingga bunga betina dikembangkan menjadi buah atau yang biasa disebut kolang kaling (Srena, 2018).



Gambar 2.2. Nira aren (Dokumentasi pribadi)

Kandungan kimia yang terdapat dalam aren sangat bermanfaat bagi tubuh. Nira aren mengandung sukrosa dan gula reduksi yaitu glukosa, fruktosa dan

polisakarida. (Eka dkk, 2008) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa kandungan yang terdapat dalam nira yaitu air 88,4%, gula 11%, protein 0,41%, lemak 0,17% dan asam – asam lain seperti asam sitrat, asam tartarat, asam malat, asam suksinat, asam laktat, asam fumarat dan asam piroglutamat sebesar 0,02%. Sedangkan menurut Rumokoi 1990 komposisi kimia aren dapat dilihat pada dibawah ini:

Tabel 2.1. Kandungan kimia aren (Ginting, 2017)

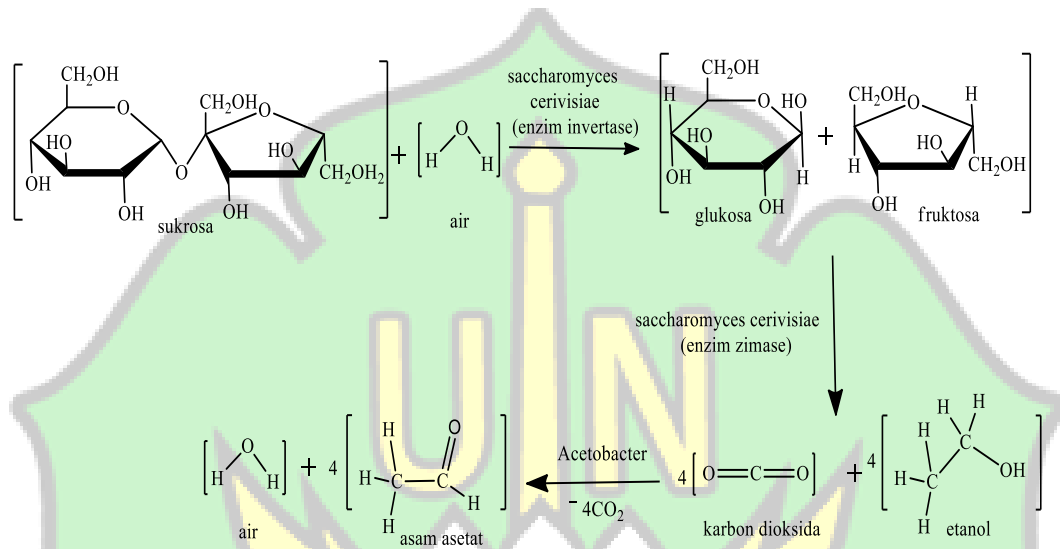
No	Komponen	Kandungan (%)
1	Karbohidrat:	11,18
	Glukosa	3,7
	Fruktosa	7,48
2	Protein	0,28
3	Lemak kasar	0,01
4	Abu:	0,35
	Kalsium	0,06
	Fosfor	0,07
5	Vitamin C	0,01
6	Air	89,23
	Total	100

2.1.3 Manfaat Aren

Tanaman aren memiliki nilai yang sangat ekonomi pada setiap bagian fisik pohonnya maupun dari hasil produksinya. Secara tradisional, masyarakat pedesaan banyak memanfaatkan nira aren sebagai minuman segar yang dapat meningkatkan energi (Mentari dkk, 2017), obat sariawan dan disentri (Lempang, 2012), gula aren (Atmoko, 2017), cuka (Leasa, 2015), sumber isolat bakteri asam asetat (BAA) (Yunita dkk, 2017) pengembang adonan (Lempang, 2012).

Nira merupakan hasil asimilasi dari dalam daun dalam bentuk karbohidrat yang kemudian disalurkan ke biji melalui jaringan floem yang secara alami diubah menjadi gula (glukosa) (Irmayuni dkk, 2018). Nira aren segar memiliki

kadar air antara 80-85% dan kadar gula antara 10-15% (Yunita dkk, 2017). Kadar gula yang tinggi menyebabkan nira mudah mengalami kerusakan. Wibisono (2017) menyebutkan bahwa proses kerusakan nira diawali dengan terjadinya proses inversi sukrosa, kemudian proses fermentasi dan diakhiri dengan proses oksidasi. Reaksi yang terjadi adalah:



Gambar 2.3. Reaksi fermentasi nira aren

Reaksi diatas menunjukkan bahwa, minuman yang mengandung sukrosa bisa menghasilkan etanol, karena sukrosa yang terdapat dalam nira akan terpecah menjadi glukosa dan fruktosa atau gula sederhana. Selanjutnya khamir *Saccharomices cerivisiae* akan mengkonversi gula menjadi atanol dan karbon dioksida, karena adanya aktivitas enzim zimase. Namun waktu fermentasi yang lama menyebabkan bakteri *Acetobacter* akan mengubah etanol menjadi asam asetat.

Nira yang sudah terfermentasi dapat ditandai dengan warna yang keruh dan kekuning-kuningan, berasa asam dan mengeluarkan bau yang menyengat. Kerusakan ini terjadi karena tingginya kadar gula dan rendahnya nilai pH.

2.2 Etanol

2.2.1 Pengertian Etanol

Etanol merupakan hasil fermentasi karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme. Etanol bersifat narkotik (memabukkan), tidak berwarna, jernih, mudah menguap dan terbakar dengan nyala api biru tanpa berasap. Mengonsumsi etanol dengan kadar yang tinggi dapat memabukkan, akan tetapi etanol bukan satu-satunya senyawa yang terdapat dalam suatu minuman memabukkan, tetapi ada senyawa lain seperti ester dan aseton yang juga berperan dalam menghilangkan kesadaran sehingga memabukkan (Hasanah, 2008). Adapun karakteristik sifat fisik etanol adalah seperti tabel berikut:

Tabel 2.2. Karakteristik fisik etanol

Parameter	Etanol
Rumus kimia ^[a]	C ₂ H ₅ OH
Berat Molekul ^[b]	46
Densitas (g/mL) ^[a]	0,7851
Titik Didih (°C) ^[b]	78,4
Titik nyala (°C) ^[b]	13
Titik beku (°C) ^[b]	-112,4
Indek bias ^[b]	1,3633
Panas evaporasi (Kal/g) ^[b]	204
Viskositas pada 20° (Poise) ^[b]	0,0122
Kalor spesifik 20° ^[b]	0,579 Kal/g °C
Kalor pembakaran 25° ^[b]	7092,1 Kal/g
Kalor penguapan 78,32° ^[b]	200,6 Kal/g

(Rizani, 2000; Badan Standardisasi Nasional (SNI 3565-2009)

Keterangan:

[a] Rizani, 2000

[b] Badan Standardisasi Nasional (SNI 3565-2009)

2.2.2 Alkohol (Etanol) Menurut MUI

Khamar merupakan minuman hasil fermentasi dari suatu bahan nabati yang mengandung karbohidrat (pati), seperti biji-bijian, umbi-umbian ataupun tanaman

palma (seperti kurma). Sedang minuman beralkohol adalah minuman yang mengandung etanol atau metanol, asetaldehida dan etil asetat yang dibuat secara fermentasi yang direkayasa dari bahan nabati yang mengandung karbohidrat. Adapun kutipan definisi khamar menurut MUI Nomor 4 tahun 2003 adalah sebagai berikut:

- “1. Khamr adalah setiap yang memabukkan, baik berupa minuman, makanan maupun lainnya. Hukumnya adalah haram.
 2. Minuman yang termasuk dalam kategori khamr adalah minuman yang mengandung etanol minimal 1%
 3. Minuman yang termasuk dalam kategori khamar adalah najis
 4. Minuman yang mengandung etanol dibawah 1% sebagai hasil fermentasi yang direkayasa adalah haram atas dasar preventif, tapi tidak najis
 5. Minuman keras yang dibuat dari air perasan tape dengan kandungan etanol minuman 1% termasuk kategori khamar
 6. Tape dan air tape tidak termasuk khamar, kecuali apabila memabukkan.”
- (MUI, 2003).

2.3 Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin “*fervere*” yang berarti mendidih, hal ini karena adanya aktivitas ragi yang terdapat didalam ekstrak buah-buahan maupun biji-bijian yang berkecambah (Sari, 2008). Fermentasi dapat didefinisikan sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino (Oktaviani dkk, 2011) karena adanya biokatalisator yaitu enzim yang dihasilkan oleh suatu mikroba tertentu (Satioko, 2013). Fermentasi berprinsip pada degradasi komponen pati oleh enzim

(Selmi, 2018), atau mengaktifkan kerja mikroba tertentu (Oktaviani dkk, 2011) supaya bisa menghasilkan etanol (Selmi, 2018) atau asam asetat (Wibisono, 2017).

Fermentasi terjadi dalam dua tahap, yang pertama mikroorganisme akan mengkonversi substrak menjadi etanol dan yang ke dua mikroorganisme akan memproduksi enzim dalam mengkatalis reaksi senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana (Ngamput, 2018), namun fermentasi ini hanya dapat terjadi secara anaerob karena suhu yang tinggi selama waktu fermentasi dapat mengubah glukosa dalam suatu substrak menjadi etanol dan gas CO₂ (Selmi, 2018) dan juga karena terdapat beberapa enzim yang dapat mempercepat proses fermentasi seperti enzim *glukokinase*, enzim *fosfoglukoisomerase*, enzim *fosfofrutokinase*, enzim *aldolase*, enzim *gliseraldehida-3 pdehidrogenase*, enzim *fosfogliseryl kinase*, enzim *enolase*, enzim *piruvat kinase*, enzim *piruvat dekarboksilase*, enzim *dehidrogenase* alkohol dan enzim *Acetobacter acetic* (Mardiyah, 2017).

Saccharomyces cerevisiae dikenal sebagai mikroorganisme yang dapat memfermentasi gula dan mengubahnya menjadi etil alkohol (etanol) dan CO₂. Selama proses fermentasi maka terjadi perubahan komponen-komponen dengan bantuan enzim yang dihasilkan mikroorganisme.

Semakin lama penyimpanan nira, maka kadar alkoholnya akan semakin meningkat dan menyebabkan minuman nira menjadi asam sehingga pada kondisi yang cukup asam bakteri *Acetobacter acetic* akan lebih berperan dalam mensintesa alkohol menjadi asam cuka (Lempang, 2012). Ketika proses fermentasi berlangsung, gula didalam suatu zat berubah menjadi alkohol dan CO₂

karena adanya enzim *zimase* yang dihasilkan dari bakteri *Sacharomyces cerivisiae*. Proses ini akan terus berlangsung dan terhenti apabila kadar etanol sudah meningkat sampai tidak dapat diterima lagi oleh sel-sel khamir.

2.3.1 Faktor–faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Alkohol :

Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi fermentasi alkohol adalah:

a. Kadar gula

Kadar glukosa yang baik untuk fermentasi berkisar 10–18%. Apabila kandungan glukosanya terlalu banyak (pekat), maka aktivitas enzim menjadi terhambat sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk proses fermentasi dan akan terdapat sisa–sisa gula yang tidak terpakai, namun apabila terlalu encer maka alkohol yang didapat berkadar rendah.

b. Nutrisi (kadar gizi)

Penambahan nutrisi diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme selama proses fermentasi berlangsung. Seperti :

Unsur C : pada karbohidrat

Unsur N : penambahan pupuk yang mengandung N, ZA dan urea

Unsur P : penambahan pupuk fosfat dari NPK, TSP, DSP dan lain-lain.

c. Temperatur (suhu)

Suhu memiliki pengaruh yang sangat nyata untuk fermentasi karena dapat mempengaruhi aktivitas enzim dan juga dapat mempengaruhi kadar alkohol karena terjadinya penguapan (Selmi, 2018). Suhu yang tinggi dapat menyebabkan denaturasi sedangkan suhu yang rendah dapat menyebabkan ragi/khamir

Saccharomyces cerevisiae menjadi lambat, karena suhu yang baik untuk fermentasi adalah 24-30°C (Riyanto, 2013).

d. Waktu fermentasi

Lamanya waktu fermentasi menghasilkan kadar alkohol yang tinggi dan proses fermentasi dianggap berhasil apabila munculnya gelembung CO₂ (Ohaira, 2018).

2.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kadar Etanol dalam Aren

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar etanol dalam aren adalah :

- a. Khamir. Khamir merupakan mikroorganisme yang berfungsi untuk menghasilkan alkohol. Khamir berperan penting dalam bahan pangan karena dapat merusak, menghasilkan alkohol dan CO₂ (Sopandi, 2014). pertumbuhan khamir dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan faktor nutrisi. Faktor lingkungan yang terjadi terdiri dari suhu, pH, oksigen, waktu penyimpanan dan tekanan udara, sedangkan nutrisi terjadi karena penurunan tegangan permukaan cairan disekitar sel *Saccharomyces cerevisiae*.
- b. Gula reduksi, semakin banyak gula reduksi yang dimanfaatkan oleh sel *Saccharomyces cerevisiae* maka konsentrasi etanol yang terjadi semakin tinggi. Gula yang terdapat pada saat fermentasi diubah menjadi etanol dengan melibatkan aktivitas enzim dari sel *Saccharomyces cerevisia* (Putri dkk, 2016).

2.3.3 *Saccharomyces cerivisiae*

Saccharomyces berasal dari bahasa latin yang berarti gula jamur. *Saccharomyces* ini termasuk ke dalam khamir yang memiliki sel bervariasi, mulai

dari bersel bulat, oval maupun memanjang, dan mungkin berbentuk *pseudomiselium* (Hasanah,2008), akan tetapi sel yang dimilikinya bersifat tunggal sederhana (Albus, 2014). Umumnya khamir ini berkembang biak dengan bertunas, membelah diri maupun pembentukan spora. Dinding sel dari khamir *Saccharomyces cerivisiae* ini mengandung polisakarida, protein dan lipid sehingga dapat mengkonversi gula menjadi etanol yang tinggi (Ngamput, 2018).

Apabila dilihat dari segi makroskopis maka khamir *Saccharomyces cerivisiae* ini memiliki koloni yang berbentuk bulat, berwarna kuning muda, permukaan yang berkilau, licin tekstur lunak dan memiliki sel bulat dengan askorpora 1-8 (Ahmad, 2005). Adapun beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme yaitu suplay nutrisi, temperatur, waktu pertumbuhan, nilai pH dan ketersediaan oksigen.

Adapun khamir *Saccharomyces cerivisiae* dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

Super kingdom	: <i>Eukaryota</i>
Phylum	: <i>Fungi</i>
Subphylum	: <i>Ascomycota</i>
Kelas	: <i>Saccharomycetes</i>
Order	: <i>Saccharomycetales</i>
Famili	: <i>Saccharomycetaceae</i>
Genus	: <i>Saccharomyces</i>
Spesies	: <i>Saccharomyces cerivisiae</i>

2.4 Distilasi

Distilasi merupakan proses pemisahan suatu campuran dengan menggunakan panas sebagai pemisah suatu cairan dengan temperatur tertentu dan tanpa kontak dengan udara luar yang didasarkan pada perbedaan titik didih dan tekanan uap yang cukup signifikan. Titik didih dari suatu cairan akan meningkat seiring dengan bertambahnya suhu (Fatimura, 2014). Campuran yang akan didistilasi adalah cairan yang saling larut tetapi memiliki perbedaan titik didih. Komponen yang memiliki titik didih rendah akan menguap terlebih dahulu dibandingkan komponen yang memiliki titik didih tinggi (Budiman, 2017).



Gambar 2.5. Alat distilasi (Dokumentasi Pribadi)

Beberapa macam distilasi, diantaranya :

1. Distilasi sederhana : pemurnian suatu sampel cairan melalui pemanasan supaya terjadinya penguapan, sehingga uap yang terbentuk akan didinginkan sampai mengembun pada dinding kondensor.
2. Distilasi uap : penyulingan senyawa-senyawa volatil yang kurang larut dalam air, dengan cara penguapan pada temperatur yang lebih rendah dari titik didih normalnya, sehingga pemurnian ini tidak merusak komponen yang akan dipisahkan.

3. Distilasi destruktif : dapat juga disebut distilasi kering, karena sampel padat yang digunakan akan dipanaskan sampai menguap dan kemudian diembunkan kembali.
4. Distilasi fraksional atau distilasi bertingkat : penyulingan yang dilakukan dengan refluks parsial karena memiliki luas permukaan yang memungkinkan terjadinya uap-air, sehingga proses ini dapat berlangsung secara berulang-ulang dan pemisahannya dapat terjadi dengan baik.
5. Distilasi vakum : pemurnian ini memerlukan sistem tertutup karena metode ini menguapkan cairan pada tekanan rendah karena apabila tekanan titik didih diturunkan maka volatilitas relatif meningkat (Delly dkk, 2016)
6. Distilasi ekstraktif : distilasi ini mirip dengan distilasi azeotrop karena ada penambahan senyawa lain, akan tetapi pelarut yang melakukan ekstraksi sehingga pelarut yang dipilih dapat larut dengan baik dengan senyawa yang ditargetkan (Delly dkk, 2016; Hasanah, 2008)
7. Distilasi azeotrop : pemisahan dengan penambahan komponen ke tiga untuk mempengaruhi volatilitas salah satu komponen senyawa dalam campuran (Wahyuni, 2012).

2.5 Kromatografi Gas

Kromatografi merupakan teknik pemisahan campuran senyawa yang mudah menguap dalam suatu sampel yang didasarkan pada perbedaan interaksi sampel dengan fase gerak dan fase diam. Fase gerak dapat berupa gas sedangkan fase diam dapat berupa padatan atau cairan. Akibat adanya beberapa gaya yang timbul selama proses kromatografi seperti gaya / ikatan Van der Waals, ikatan hidrogen,

gaya elektrostati seperti ion-dipol, dipol–dipol sehingga menyebabkan terjadinya beberapa interaksi selama proses pemisahan.

Adapun gambaran interaksi yang terjadi selama proses pemisahan adalah:

1. Interaksi adsorpsi

Pada interaksi ini penyerapan senyawa terjadi pada permukaan padatan sehingga terjadi keseimbangan antara jumlah solut dalam fasa gerak dan fasa diam.

2. Interaksi partisi

Pada interaksi ini lapisan cairan sebagai fasa diam yang diimbangkan pada suatu padatan akan mendistribusi senyawa yang akan dipisahkan dan membentuk keseimbangan dengan fasa gerak.

3. Interaksi penukaran ion

Pada interaksi ini senyawa ion dengan muatan berlawanan akan diikat oleh fasa diam melalui gaya elektrostatis.

4. Interaksi molekular/permeasi gel/gel filtrasi

Pada interaksi ini terjadi pemisahan yang didasarkan pada ukuran molekul, maka apabila dalam keadaan ideal tidak terjadinya keterikatan senyawa pada fasa diam.

5. Interaksi afinitas

Interaksi spesifik dalam kromatografi ini menggunakan molekul dari jenis tertentu yang terikat secara kovalen pada fasa diam (Rubiyanto, 2017).

Kromatografi pertama kali dikembangkan oleh seorang ahli botani dari Rusia M.S Twiss (1872-1919) yang melakukan pemisahan pigmen tanaman berwarna. Teknik inilah yang kemudian dinamakan "*chromatography*" yang

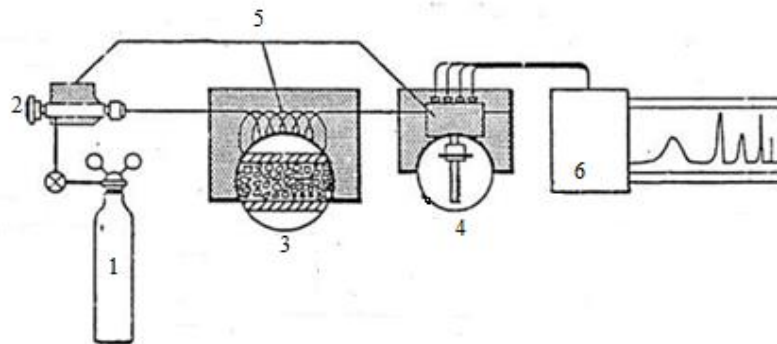
digabungkan dari dua kata bahasa Yunani yaitu “*chroma*” yang berarti warna dan “*graphein*” yang berarti menulis, pada awalnya kromatografi memiliki makna “menulis dengan warna (Rubiyanto, 2013).

Kromatografi gas merupakan teknik pemisahan yang didasarkan pada perbedaan distribusi pergerakan yang terjadi antara fasa gerak dan fasa diam. Senyawa yang larut dalam fasa gerak akan melewati kolom partisi yang merupakan fasa diam (Faricha dkk, 2014). Kromatografi gas menggunakan senyawa yang mudah menguap dan stabil pada temperatur pengujian antara 50-300 °C, namun senyawa yang tidak mudah menguap dan tidak stabil pada temperatur pengujian, maka tidak dapat diderivatisasi untuk dianalisis dengan kromatografi gas (Pardosi, 2009). Kromatografi gas dapat menghasilkan data yang akurat dan spesifik dalam mengidentifikasi dan menentukan kadar etanol serta dapat digunakan untuk pemisahan campuran alkohol seperti metanol dan isopropanol secara simultan (Suaniti dkk, 2012). Kromatografi gas juga merupakan suatu sistem yang digunakan untuk mengetahui kualitas dan kuantitas dari suatu sampel hasil produksi dengan menggunakan *mobile phase* berupa gas. Keakuratan yang lebih tinggi dan juga waktu analisis yang lebih cepat sehingga bisa mengurangi *down time* dan meningkatkan produktivitas (Yuliati dkk, 2012).



Gambar 2.6. Alat kromatografi gas (Dokumentasi Pribadi)

Prinsip dasar dari kromatografi gas adalah udara dilewatkan melalui nyala hidrogen (*hydrogen flame*), selanjutnya uap organik akan terionisasi dan menginduksi terjadinya aliran listrik pada detektor. Kuantitas aliran listrik sebanding dengan jumlah ion (Lestari, 2010). Menurut Astuti (2006), prinsip kerja dari kromatografi adalah sampel yang akan dianalisis diinjeksikan ke alat kromatografi, kemudian sampel diubah menjadi fasa uap dan kemudian dialirkan ke dalam kolom kapiler melalui bantuan gas pembawa.



Gambar 2.7. Skema kerja dari alat kromatografi gas (Lestari 2010)

Keterangan :

1. Laju alir gas pembawa
2. Tempat injeksi dan *syringe*
3. Kolom pemisah
4. Detektor
5. Pengatur suhu
6. *Recorder* atau alat pencatat.

Beberapa komponen kromatografi gas, yaitu :

1. Laju alir gas pembawa

Laju alir gas pembawa dapat mempengaruhi resolusi. Apabila laju alirnya minimum, maka diperlukan resolusi yang maksimum. Laju alir harus bisa dikontrol secara hati-hati sehingga bisa diketahui laju alir optimum yang terjadi (Widada, 2000).

Gas pembawa merupakan fase gerak yang berfungsi untuk membawa cuplikan melewati kolom. Beberapa gas pembawa yang sering digunakan yaitu helium, nitrogen, hidrogen dan argon. Syarat gas pembawa harus bersifat *inert*, murni dan reaktif/tidak bereaksi dengan molekul-molekul cuplikan pada suhu dan tekanan kromatogram, sehingga tidak berpengaruh pada detektor dan juga bisa didapatkan dalam keadaan murni dan kering sehingga bisa mengurangi derau detektor (Pardosi, 2009). Pemilihan gas pembawa juga didasarkan pada detektor yang digunakan (Panduwashito, 2014).

Tabel 2.3. Contoh gas pembawa dan pemakaian detektor.

Gas Pembawa	Detektor
Hidrogen	Hantar panas
Helium	Hantar panas
	Ionisasi nyala
	Fotometri nyala
	Termoionik
Nitrogen	Ionisasi nyala
	Tangkap elektron
	Fotometri nyala
	Termoionik
Argon	Ionisasi nyala
Argon + metana 5%	Tangkap elektron
Karbon dioksida	Hantar panas

2. Tempat injeksi dan *syringe*

Tempat injeksi berfungsi sebagai penyedia jalan masuk bagi *syringe* dan sampel ke dalam aliran gas pembawa dan sebagai penyedia panas yang cukup untuk mengubah sampel (*flash vaporization*) supaya tidak terfraksinasi dan terdekomposisi. Penginjeksian sampel dilakukan kurang dari 1 mg (ekivalen dengan 1 μ l zat cair atau 5 cm^3 gas) (Pardosi, 2009) sehingga dalam pengukurannya terjadi teknik pemecah suntikan, sehingga aliran gas setelah

injeksi akan terbafi menjadi dua yaitu yang dialirkan kedalam kolom dan sebagian lainnya dibuang (Riyanto, 2013).

Pada dasarnya, ada empat sistem penginjeksian sampel pada kromatografi gas, yaitu :

- a. Injeksi langsung (*direct injection*), pada injeksi ini sampel diinjeksikan dan kemudian diuapkan dalam injektor panas dan selanjutnya 100% sampel akan menuju kolom.
- b. Injeksi terpecah (*split injection*), pada injeksi ini sampel yang diinjeksikan akan diuapkan dalam injektor yang panas dan selanjutnya dilakukan pemecahan.
- c. Injeksi tanpa pemecahaan (*splitness injection*), pada injeksi ini hampir semua sampel diuapkan dalam injektor yang panas dan dibawa ke kolom karena katup pemecah ditutup.
- c. Injeksi langsung ke kolom (*on column injection*), pada injeksi ini ujung septum dimasukkan langsung ke dalam kolom.

3. Kolom pemisah

Kolom merupakan tempat terjadinya proses pemisahan dikarenakan terdapat fasa diam. Terdapat dua tipe kolom dalam kromatografi gas yaitu kolom kemas dan kolom kapiler.

a. Kolom kemas

kolom kemas merupakan kolom tipe pertama dan tidak memerlukan resolusi yang tinggi, memiliki variasi panjang jalur aliran fasa gerak dan lapisan film yang kontinyu dari fasa diamnya yang tidak seram. Biasanya kolom kemas dibuat dari

gelas atau kaca yang disilanisasi untuk menghilangkan senyawa silanol polar Si-OH dari permukaannya yang menyebabkan *tailing* dari *peak* analiti polar.

b. Kolom kapiler

kolom kapiler merupakan kolom yang sering dipakai saat ini karena awet/tahan lama, fleksibel dan memiliki silika kapiler yang bersifat inert terhadap bahan kimia. Kolom kapiler dibuat dari lelehan silika yang disalut bagian luarnya dengan poliamida supaya kolom menjadi fleksibel. Dinding kolom disalut dengan cairan fasa diam yang memberi lapisan tipis antara 0,1-5 μ m

4. Detektor

Detektor merupakan perangkat yang berada diujung kolom tempat keluarnya fasa gerak (gas pembawa) yang membawa komponen hasil pemisahan. Pada dasarnya detektor pada kromatografi gas akan memberikan relasi yang linear dengan kadar atau laju aliran massa komponen yang teresolusi.

Beberapa karakteristik yang harus dimiliki oleh detektor adalah:

- a. Memiliki sensitivitas yang tinggi
- b. Memiliki tingkat *noise* yang rendah
- c. Memiliki respon yang linear pada rentang dinamis yang lebar
- d. Memiliki respon yang baik pada semua komponen organik
- e. Tidak sensitive pada variasi aliran dan perubahan suhu
- f. Stabil dan *ruggedness*
- g. Mudah dalam pemakaian
- h. Positif untuk mengidentifikasi suatu komponen.

5. Pengatur suhu

Suhu injektor harus relatif tinggi, konsisten dengan stabilitas thermal sampel, supaya penguapan sampel yang terjadi menjadi cepat. Suhu kolom berhubungan dengan kecepatan, sensitivitas dan resolusi. Apabila suhu kolom tinggi, maka sampel berada pada fasa gas terlalu lama dan terelusi dengan cepat, akan tetapi resolusinya tidak bagus. Namun pada suhu yang rendah, sampel akan berada pada fasa diam paling lama, akan tetapi teresolusi dengan lambat, sehingga resolusi meningkat tetapi sensitivitas menurun. Suhu detektor harus cukup tinggi untuk mencegah sampel terkondensasi (Panduwasito, 2014)

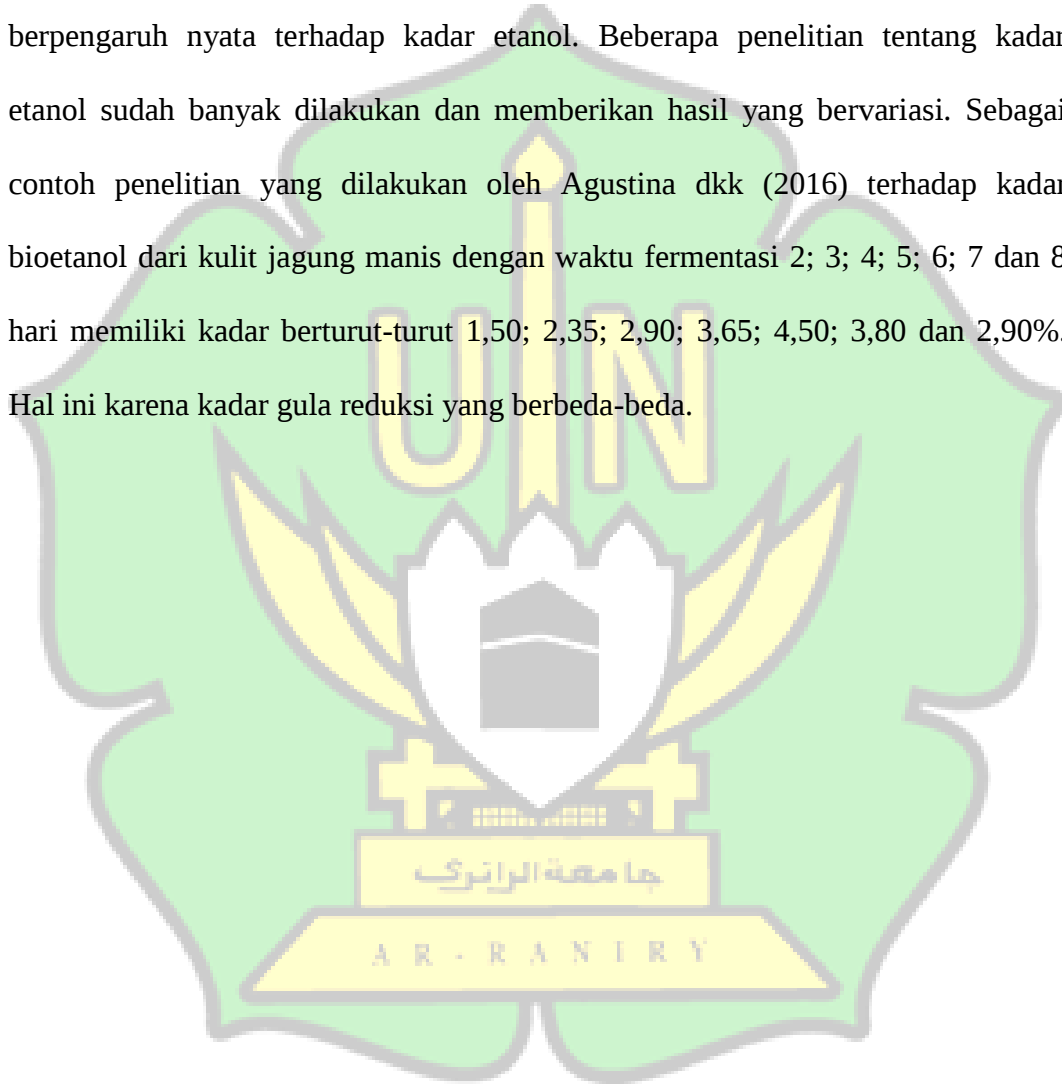
2.6 Penelitian Terkait

Moede dkk (2017), dalam penelitiannya tentang analisis kadar bioetanol dengan variasi waktu simpan 3; 4; 5; 6 dan 7 hari memiliki kadar etanol berturut-turut 2,40; 7,20; 9,70; 7,20 dan 7,20%. Kadar etanol tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 5 hari dengan kadar 9,70%. Waktu fermentasi hari ke enam dan ke tujuh mengalami penurunan kadar, karena etanol sudah di konversi menjadi senyawa lain dan juga karena khamir sudah mengalami fase kematian, dikarenakan suasana yang terlalu asam dan juga waktu fermentasi yang lama.

Wardani (2018), dalam penelitiannya tentang kadar etanol dengan waktu fermentasi 4; 5; 6 dan 7 hari berturut-turut 15,56; 16,70; 24,67 dan 19,81%. Fermentasi hari ke tujuh mengalami penurunan karena kurangnya nutrisi pada khamir, sehingga khamir yang terdapat di dalam sampel mengalami kematian dan juga karena produk sampingan yang dihasilkan oleh khamir seperti asam piruvat, asam suksinat, asam laktat, asam asetat dan asam-asam organik lainnya telah

mengubah pH menjadi rendah, sehingga khamir yang berperan untuk mengkonversi gula menjadi etanol mengalami fase stasioner.

Azizah dkk (2012), dalam fermentasi kulis nanas dengan variasi waktu 12; 24; 36; 48 dan 60 jam, menghasilkan kadar etanol berturut-turut 1,25; 2,04; 2,25; 1,71 dan 1,21%. Hal ini menunjukkan bahwa lamanya waktu fermentasi tidak berpengaruh nyata terhadap kadar etanol. Beberapa penelitian tentang kadar etanol sudah banyak dilakukan dan memberikan hasil yang bervariasi. Sebagai contoh penelitian yang dilakukan oleh Agustina dkk (2016) terhadap kadar bioetanol dari kulit jagung manis dengan waktu fermentasi 2; 3; 4; 5; 6; 7 dan 8 hari memiliki kadar berturut-turut 1,50; 2,35; 2,90; 3,65; 4,50; 3,80 dan 2,90%. Hal ini karena kadar gula reduksi yang berbeda-beda.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampel nira aren yang diperoleh dari petani tradisional, Kecamatan Montasik, Kabupaten Aceh Besar untuk diuji kadar etanol dengan menggunakan metode kromatografi gas berdasarkan lama waktu simpan 0, 4, 8 dan 24 jam sejak didistribusi. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi dan Laboratorium Kimia Instrumen SMK-SMTI yang dilaksanakan pada bulan Juli-November.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan diantaranya: Seperangkat alat kromatografi gas (merek *Agilent Technologies* dengan tipe 7890B), seperangkat alat distilasi, labu alas bulat, labu ukur 100 mL (merek *duran*), pipet volume 2 mL (merek *duran*), gelas kimia 200 mL (merek *duran*), erlenmeyer 50 mL (merek *duran*), dan mikro syringe 1 μ L (merek *Agilent Technologies*).

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan diantaranya: standar etanol (C_2H_5OH) 0,2%, kertas saring *Whatman* No. 1 dan nira aren (*Arenga pinnata* Merr.).

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Preparasi Sampel

Penelitian ini menggunakan sampel nira aren (*Arenga pinnata Merr*) yang diambil dari petani tradisional Kecamatan Montasik, Kabupaten Aceh Besar sejak didistribusi. Sampel diambil sebanyak 2.400 mL setiap produksinya, lalu dimasukkan ke dalam 4 botol plastik 600 mL dan disimpan pada suhu ruang supaya terjadinya proses fermentasi secara alami dalam waktu 0, 4, 8 dan 24 jam dari pendistribusian nira aren. Nira aren disaring dengan kertas saring *Whatman* Nomor 1 guna menghilangkan pengotor.

3.3.2 Proses Pemisahan Dengan Distilasi (Sudarma dan Parwata, 2017)

Sebanyak 1 set peralatan distilasi dirangkai. Selanjutnya nira aren dimasukkan ke dalam labu distilasi, ditutup hingga rapat dan pompa air kondensor dinyalakan. Suhu operasi diatur pada 78°C, sehingga proses fermentasi akan berhenti. Distilasi dihentikan ketika tidak ada lagi distilat yang menetes. Distilat yang diperoleh disimpan dalam botol yang ditutup rapat dan siap dianalisis dengan kromatografi gas dengan detektor FID (*Flame Ionization Detector*). Rendemen distilat yang diperoleh dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen etanol} = \frac{\text{Volume larutan setelah distilasi}}{\text{Volume larutan setelah fermentasi}} \times 100\%$$

3.3.3 Analisa Kadar Etanol (Sudarma dan Parwata, 2017 dengan modifikasi)

Alat kromatografi gas dengan detektor FID dikondisikan dengan suhu kolom 170°C, suhu injektor 170°C, suhu detektor 200°C dengan menggunakan N₂ sebagai gas pembawa yang memiliki kecepatan alir gas 0,5 bar dan H₂ yang

memiliki kecepatan alir gas 0,65 bar. Selanjutnya dibuat deret standar etanol dengan konsentrasi 0,2%, dengan cara mengencerkan larutan etanol p.a menggunakan aquades. Lalu sebanyak 1 µl standar disuntikkan ke alat kromatografi gas sehingga diperoleh data tinggi puncak dan luas area standar dalam bentuk kromatogram. Kemudian dilakukan analisa terhadap sampel yang sudah dipreparasi sebelumnya dengan cara diambil dengan mikro *syringe* khusus alat kromatografi gas. Sampel diinjeksikan ke kolom kromatografi gas melalui *heated injection port* dengan sistem yang sudah dioptimasi. Hasil analisis diperoleh dalam bentuk kromatogram yang berisi tentang waktu retensi dan luas area, yang selanjutnya dibuat kurva kalibrasi dengan memplotkan luas area dengan konsentrasi standar etanol yang digunakan. Kadar etanol sampel dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar etanol} = \frac{\text{Luas area sampel}}{\text{luas area standar}} \times \text{standar (0,2\%)}$$

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengamatan

Berdasarkan pemurnian nira aren dengan distilasi diperoleh nilai rendemen etanol seperti pada tabel berikut.

Tabel 4.1. Rendemen etanol dengan variasi waktu fermentasi

Sampel	Waktu Fermentasi (Jam)	Rendemen (%)
Nira aren	0	0
	4	3
	8	4,8
	24	8,6

Adapun hasil pengukuran standar etanol 0,2% menggunakan GC-FID diperoleh data seperti pada tabel berikut.

Tabel 4.2. *Peak area* standar etanol 0,2% menggunakan GC-FID

Sampel	Waktu Retensi (Menit)	<i>Peak Area</i>
Etanol 0,2%	0,63	396,64917
	0,659	198,49992
	0,739	649,59143
	0,85	216,45378
	0,968	89,65405

Adapun hasil pengukuran sampel nira aren menggunakan GC-FID diperoleh data seperti pada tabel berikut.

Tabel 4.3. *Peak area* nira aren menggunakan GC-FID

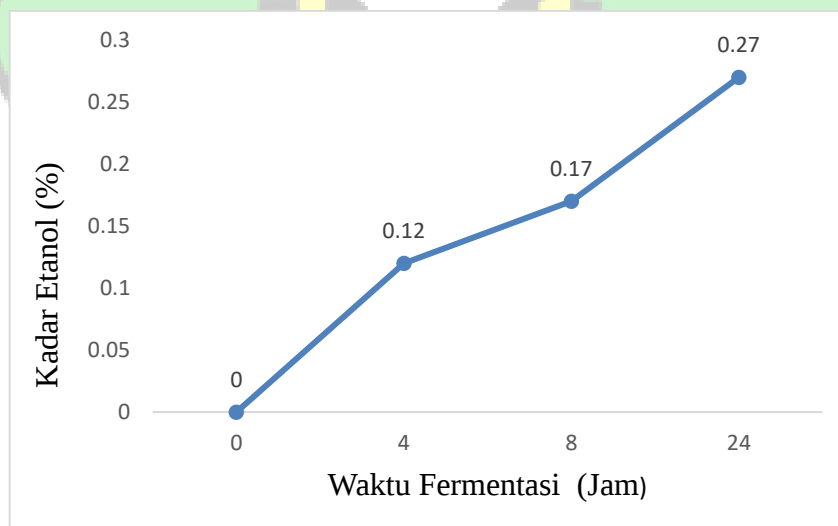
Sampel	Waktu Retensi (Menit)	<i>Peak Area</i>
Nira aren 4 jam	0,605	704,35583
	0,665	43,73141
	0,691	10,68059
	0,772	173,24605

	6,18	22,65543
Nira aren 8 jam	0,615	524,28198
	0,66	116,70133
	0,693	58,82606
	0,735	632,40533
	4,135	1,98037
	5,339	4,53843
Nira aren 24 jam	0,622	1229,5127
	0,691	43,67884
	0,744	788,86578
	5,339	1,83734
	6,234	11,46436

Adapun hasil uji kadar etanol pada nira aren (*Arenga pinnata Merr*) dengan GC-FID yang divariasi waktu simpan diperoleh data seperti pada tabel berikut.

Tabel 4.4. Kadar etanol dengan variasi waktu fermentasi

Sampel	Waktu Fermentasi (Jam)	Kadar Etanol (%)
Nira aren	0	0
	4	0,12
	8	0,17
	24	0,27



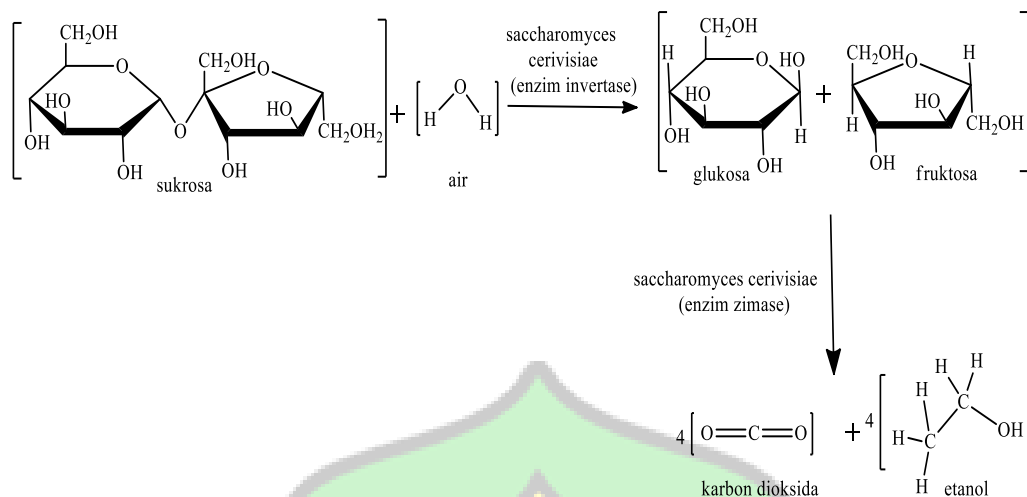
Gambar 4.1. Kurva perbandingan waktu fermentasi terhadap kadar etanol

4.2 Pembahasan

Penelitian penentuan kadar etanol pada nira aren (*Arenga pinnata Merr*) dilakukan untuk mengetahui kehalalannya untuk dikonsumsi sesuai peraturan Majelis Ulama Indonesia Nomor 4 tahun 2003, tentang haram mengkonsumsi minuman fermentasi dengan kadar etanol minimal 1% dan dihalalkan apabila kadarnya $<1\%$ dengan ketentuan tidak memabukkan (MUI, 2003). Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira aren yang dijual oleh petani tradisional Kecamatan Montasik, Kabupaten Aceh Besar berdasarkan lama waktu fermentasi 0, 4, 8 dan 24 jam sejak didistribusi. Fermentasi dilakukan secara alami, tanpa menambahkan bakteri atau ragi apapun.

Cairan nira aren dapat memproduksi alkohol secara alami karena memiliki kandungan gula yang tinggi (Irmayuni dkk, 2018). Gula utama penyusun nira adalah sukrosa, yaitu berkisar 9,2-16,4% (Steive dan Lay, 2006). Akan tetapi nira juga memiliki kandungan glukosa dan fruktosa, namun dalam jumlah yang sedikit. Nira yang baik untuk dikonsumsi memiliki ciri-ciri relatif tidak berwarna dan jernih, dan memiliki rasa yang manis (Mulyawanti dkk, 2011).

Kandungan sukrosa yang tinggi sangat berpotensi sebagai media tumbuhnya khamir sehingga menyebabkan terjadinya proses fermentasi secara alami. Keberadaan khamir secara alami dapat diakibatkan oleh kontaminasi udara ketika penyadapan (Mussa, 2014) atau bumbung tempat penyadapan yang kotor (Mulyawanti dkk, 2011). Khamir secara alami dapat memproduksi enzim yang berfungsi untuk mengubah sukrosa menjadi glukosa (Fitriani dkk, 2014). Adapun reaksi fermentasi sukrosa menjadi etanol sebagaimana disajikan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Reaksi fermentasi nira aren

Reaksi diatas menunjukkan bahwa, nira aren merupakan minuman manis yang mengandung gula. Kandungan gula sukrosa dalam nira akan berubah menjadi glukosa dan fruktosa, kemudian enzim akan mengubah glukosa dan fruktosa menjadi etanol dan karbon dioksida (Subrimobdi, 2016) yang ditandai dengan munculnya aroma asam dan buih-buih putih seperti busa (Bachruddin, 2014).

Proses fermentasi dalam nira aren terjadi karena adanya bakteri, khamir dan kapang. Dalam fermentasi nira aren terdapat mikroorganisme yang dominan dijumpai, yaitu khamir *Saccharomyces cerevisiae* (Tanra, dkk 2019). *Saccharomyces cerevisiae* bersifat fakultatif, karena memiliki dua mekanisme untuk memperoleh energi, yaitu secara aerob dan anaerob. Khamir *Saccharomyces cerevisiae* juga memiliki dua enzim, yaitu enzim invertase yang merupakan salah satu enzim hidrolase yang berfungsi sebagai katalisator, untuk mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa atau gula sederhana, sedangkan enzim zimase yang berperan untuk mengubah glukosa atau gula sederhana menjadi etanol dan karbon dioksida (Subrimobdi, 2016) . Selain itu, khamir

Saccharomyces cerevisiae juga dikenal sebagai mikroorganisme yang baik dalam memfermentasi glukosa menjadi etanol, karena mudah beradaptasi pada suhu 4-32°C, tahan terhadap gula yang tinggi, dan menghasilkan kadar etanol fermentasi yang tinggi 12-18% (Zely, 2014) dan juga tahan terhadap mikroba lain (Subrimobdi, 2016)

Selain *Saccharomyces cerevisiae*, juga terdapat khamir lainnya yang mempengaruhi kualitas nira seperti *Enterobacter aerogenes* dan *Leuconostoc* yang membentuk benang pada nira, *Pseudomonas flavobacterium* yang mengubah warna menjadi keruh, *Micrococeus*, *Escherichia* dan *Acetobacter sp* yang mengubah rasa (Fitriyani dkk, 2014). Nira yang sudah mengalami proses fermentasi ini dapat juga disebut tuak pahit karena sudah berubahnya rasa manis menjadi asam (Pradyandari dkk, 2017) dan memiliki kadar etanol sekitar 4-5% (Noviyanti, 2014).

Etanol merupakan cairan bening yang mudah menguap dan memiliki bau khas ini dapat diperoleh secara alami yaitu dari fermentasi ekstrak buah maupun umbi-umbian yang mengandung karbohidrat dan diperoleh secara sintesis dari proses industri. Pada proses fermentasi terdapat aktivitas ragi pada sari atau ekstrak buah maupun biji-bijian yang mengandung glukosa (Lempang, 2012). Proses fermentasi dianggap berhasil dengan munculnya gas CO₂ berupa buih berwarna putih akibat proses katabolisme gula sederhana atau monosakarida secara anaerobik (Bachruddin, 2014), berubahnya rasa manis menjadi asam, berlendir, berwarna putih pucat dengan endapan yang terdapat dibawah permukaan wadah dan munculnya aroma tidak sedap (Nugroho, 2012).

Penelitian penentuan kadar etanol dilakukan dengan dua tahap, yaitu tahap pemisahan/pemurnian sampel melalui distilasi sederhana dan tahap perhitungan kadar secara kuantitatif melalui kromatografi gas. Tahap pemisahan etanol dari nira aren dilakukan dengan metode distilasi. Proses distilasi dilakukan dengan menjaga suhu titik didihnya pada 78°C, sehingga pada saat proses distilasi berlangsung, maka proses fermentasi berhenti, karena khamir *Saccharomyces cerevisiae* tidak dapat bekerja pada suhu yang sangat tinggi. Distilat yang dihasilkan berupa cairan tidak berwarna, mudah menguap, berbau khas alkohol dan dapat bercampur dengan air.

Distilat yang diperoleh, kemudian diuji secara kuantitatif menggunakan alat kromatografi gas, alat kromatografi gas dikondisikan suhu kolom 170°C, suhu injektor 170°C, dengan gas pembawa berupa N₂ dan H₂. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pemisahan zat terlalu rapat sedangkan suhu rendah dapat menyebabkan pemisahan zat terlalu jauh (Sudarma dan Parwata, 2017). Detektor FID (*Flame Ionization Detector*) digunakan untuk memisahkan senyawa yang memiliki gugus alkil (C-H). Hasil pendeteksian ini memberikan hasil berupa *peak* yang disebut kromatogram. *Peak* yang dihasilkan ditentukan dari waktu retensi dan luas area sampel. Waktu retensi merupakan waktu yang dibutuhkan oleh senyawa untuk bergerak melalui kolom menuju detektor yang didasarkan dari waktu sampel diinjeksikan sampai sampel menunjukkan ketinggian puncak pada grafik dari senyawa. Puncak waktu retensi sampel yang sama atau mendekati sama dengan puncak waktu retensi standar menandakan bahwa sampel positif mengandung etanol. Hal ini dapat ditandai dari waktu retensi standar yaitu 0,630,698 menit dan waktu retensi sampel yaitu 0,605-0,772 menit.

Hasil penelitian pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa rendemen etanol yang diperoleh berpengaruh nyata terhadap waktu fermentasi. Waktu fermentasi 0; 4; 8 dan 24 jam sejak didistribusi mengalami peningkatan berturut-turut 0; 3; 4,8 dan 8,6%. Semakin lama waktu fermentasi, maka rendemen etanol yang didapat semakin banyak. Hal ini juga berpengaruh pada kadar etanol Tabel 4.4 menunjukkan bahwa kadar etanol tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 24 jam sebesar 0,27%, karena waktu fermentasi 24 jam tidak menghambat aktivitas khamir *Saccharomyces cerevisiae* dalam memproduksi etanol. Nira aren hasil penyadapan oleh petani hanya dapat disimpan selama 4 jam saja (Mulyawanti dkk, 2011). Karena waktu simpan yang lama, dapat menghasilkan kadar etanol yang tinggi atau etanol yang diperoleh diubah menjadi ester (Aryasa dkk, 2019).

Hasil pengujian kadar etanol dengan alat kromatografi gas pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa waktu fermentasi sangat berpengaruh terhadap kadar etanol. Meningkatnya kadar etanol dalam fermentasi nira aren disebabkan oleh dua faktor, yaitu khamir dan gula reduksi. Pertumbuhan khamir dalam nira juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan faktor nutrisi, faktor lingkungan mencakup suhu, pH, oksigen, waktu penyimpanan dan tekanan udara, sedangkan faktor nutrisi disebabkan oleh penurunan tegangan permukaan cairan disekitar khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Kemudian gula reduksi yang terkandung dalam nira akan dimanfaatkan oleh khamir untuk memproduksi etanol, semakin banyak gula reduksi, maka semakin banyak dan tinggi pula kadar etanolnya (Putri dkk, 2016).

Suhu optimal untuk pertumbuhan khamir adalah 4-32°C (Zely, 2014). Hal inilah yang memastikan proses fermentasi berhenti karena bakteri akan mati. Suhu

yang rendah menyebabkan fermentasi glukosa menjadi lambat, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menurunkan ketahanan khamir sehingga fermentasi menjadi lambat, namun pembentukan asam asetat menjadi cepat (Wahono dkk, 2011)

Berdasarkan penelitian Ichsan (2014), tentang kadar etanol aren pada penyimpanan suhu ruang dengan waktu fermentasi 0, 1, 3, 7, 14, 21, 28 dan 36 hari menghasilkan kadar etanol berturut-turut 1, 31, 47, 50, 40, 29, 19 dan 9%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu optimum untuk fermentasi etanol adalah 7 hari, karena apabila waktu yang terlalu lama khamir yang terdapat didalam nira mengalami kematian dan juga kadar asam yang terlalu tinggi menyebabkan alkohol berubah menjadi asam asetat.

Pradyandari dkk (2017) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa semakin lama penyimpanan tuak aren, maka mikroba *Saccharomices cerivisiae* akan mengalami pertumbuhan dan perkembangbiakan yang maksimal karena mikroba tumbuh dengan baik pada suhu 24-30°C. Parameter yang diuji meliputi karakteristik organoleptik, pH dan waktu fermentasi. Hasil karakteristik pengujian pH adalah 4. Sedang lama waktu fermentasi terhadap kadar etanol dengan penyimpanan 1; 2; 3; 4 dan 5 hari adalah 8,1512; 8,234; 9,117; 10,6214 dan 11,615%. Terjadinya peningkatan kadar etanol dari hari pertama sampai hari ke lima fermentasi karena mikroba akan tumbuh dengan baik dalam suasana asam pada suhu penyimpanan 24-30°C. Namun pada hari ke lima peningkatan kadar etanol lebih rendah dibanding pada hari ke empat. Hal ini karena jumlah mikroba yang tumbuh sebanding dengan jumlah mikroba yang mati, karena kekurangan nutrisi. Tuak aren pada penyimpanan hari ketiga, keempat dan kelima mengalami

bau busuk karena mikroba proliotik sudah memecah protein dan komponen nitrogen, sedangkan mikroba lipolitik sudah memecah serta menghidrolisa lemak dan fosfolipid.

Aryasa dkk (2019) dalam penelitiannya tentang lama waktu fermentasi tuak aren menyebutkan bahwa kadar asam akan mengalami peningkatan seiring dengan lamanya penyimpanan. Aktivitas enzim yang terdapat didalam tuak menyebabkan rasa asam pada minuman karena kadar gula mengalami penurunan. Rasa asam ini karena mikroba proliotik dan lipolitik tidak berkembang dengan baik karena konsentrasi alkohol dan asam yang lebih tinggi, sehingga aroma yang lebih dominan adalah aroma khas. Kadar alkohol pada penyimpanan hari ketiga adalah sebesar 5,233% , sedang pada hari ketujuh adalah 4,927%. Kadar alkohol pada penyimpanan hari ketujuh mengalami penurunan karena alkohol telah dikonversi menjadi senyawa lain, seperti ester.

Dalam proses fermentasi etanol, waktu fermentasi sangat berpengaruh terhadap jenis nira aren. Waktu yang dibutuhkan untuk mengkonversi gula menjadi etanol berbeda-beda, tergantung dari kadar gula yang terkandung dalam nira. (Subrimobdi, 2016).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Kadar etanol pada nira aren yang divariasi waktu simpan 0, 4, 8 dan 24 jam sejak didistribusi adalah 0; 0,12; 0,17 dan 0,27%.
2. Nira aren yang divariasi waktu simpan 0, 4, 8 dan 24 jam setelah didistribusi layak dikonsumsi sesuai peraturan Majelis Ulama Indonesia, karena kadar etanol yang diperoleh <1% dengan ketentuan tidak memabukkan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini maka peneliti menyarankan:

1. Untuk dilakukan pengujian dengan waktu dan suhu fermentasi yang berbeda.
2. Untuk dilakukan pemisahan dengan distilasi azeotrop.
3. Untuk dilakukan pengujian etanol dengan perbandingan metode GC, HPLC, dan piknometer.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Agustina, R., Rahman dan Said, I. (2016). Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol dari kulit jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Akademika Kimia*. 5(4).
- Ahmad, R. Z. (2005). Pemanfaatan khamir *Saccharomyces cerivisiae* untuk ternak. *Jurnal Wartazoa*. 15(1).
- Algus, L. F. (2014). *Isolasi khamir dari tetes tebu (Molase) dan potensinya dalam menghasilkan etanol*. Skripsi. Malang. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Ansar, N. A. (2019). Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap perubahan pH dan warna nira aren (*Arenga pinnata Merr*) setelah penyadapan. *Jurnal Teknik Pertanian*. 8(1).
- Ariyani, T., Chairul dan Muria, S. R. (2015). Pembuatan bioetanol dengan roses fermentasi nira aren menggunakan *Saccharomyces cerivisiae* dengan variasi pH awal dan waktu fermentasi. *Jurnal Jom Fteknik*. 2(1).
- Aryasa, W. T., Artini, N. P. R., Risky, D. P dan Hendrayana, M. D. (2019). Kadar alkohol pada minuman tuak Desa Sanda Kecamatan Pupuan Kabupaten Tabanan Bali menggunakan metode kromatografi gas. *Jurnal Ilmiah Medicamento*. 5(1).
- Aryulina, D., Muslim, C., Manaf, S., Endang dan Winarni, W. (2006). **Biologi 3**. Penerbit Erlangga : Yogyakarta.
- Astuti, N. P. W., Suaniti, N. M., Mustika, I. G. (2018). Validasi metode dalam penentuan kadar etanol pada arak menggunakan kromatografi gas detektor ionisasi nyala. *Jurnal Kimia*. 12(2).
- Atmoko, A. D. (2017). Analisa pengembangan produk gula aren di Kabupaten Purworejo. *Jurnal Dinamika Sosial Ekonomi*. 6(1).
- Ayuti, S. R., Nurliana., Yurliasni., Sugito dan Darmawi. (2016). Dinamika pertumbuhan *Lactobacillus casei* dan karakteristik susu fermentasi berdasarkan suhu dan lama penyimpanan. *Jurnal Agripet*. 16(1).
- Azizah, N., Al-Baarri, A.N dan Mulyani, S. (2012). Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, pH, dan produksi gas pada proses fermentasi bioetanol dari whey dengan substitusi kulit nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(2).
- Badan Standarisasi Nasional. (2009). Etanol Nabati. SNI 3565-2009.
- Bachruddin, Z. (2014). **Teknologi fermentasi pada industri peternakan**. Gadjah Mada Universiti Press. Yogyakarta.

- Budiman, A. (2017). **Distilasi : teori dan pengendalian operasi**. UGM Press-grasindo. Yogyakarta.
- Delly, J., Hasbi, M dan Al-Zenius. (2016). Analisa bioetanol dari nira aren menggunakan destilasi fraksinasi ganda sebagai bahan bakar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*. 2(2).
- Effendi, D. S. (2010). Prospek pengembangan tanaman aren (*Arenga innata* Merr) mendukung kebutuhan bioetanol di Indonesia. *Jurnal Perspektif*. 9(1).
- Eka, P., Agustina dan Halim, A. (2008). Pembuatan bioetanol dari nira siwalan secara fermentasi fase cair menggunakan fermipan. *Jurnal Jom FTEKNIK*. 2(1).
- Faricha, A., Rivai, M dan Suwito. (2014). Sistem identifikasi gas menggunakan Sensor *surface acoustic wave* dan metode kromatografi. *Jurnal Teknik ITS*. 3(2).
- Fatah, A dan Sutejo, H. (2015). Tinjauan keragaan tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr) Di Kabupaten Kutai Barat. *Jurnal Agrifor*. 14(1).
- Fatimura, M. (2014). Tinjauan teoritis faktor-faktor yang mempengaruhi operasi pada kolom distilasi. *Jurnal Media Teknik*. 11(1).
- Fitriyani., Djangi, M.J dan Alimin. (2014). Pengaruh penambahan daun manggis hutan (*Gracinia hombroniana* Pierre) terhadap umur simpan nira aren (*Arenga pinnata* Merr). *Jurnal Chemica*. 15(1).
- Ginting, A. O. (2017). *Etnobotani dan potensi aren (Arenga pinnata Merr) di Desa Pematang Purba dan Desa Buluh Awar, Sumatera Utara*. Skripsi. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Handrian., Sediawan, W. B ., Mindaryani, A. (2017). Adsorpsi air dari campuran uap etanol-air dengan ziolit sintesis 4A pada *packed bed* dalam rangka produksi *fuel grade* etanol. *Jurnal Rekayasa Proses*. 11(2)
- Harahap, D. E. (2017). Kajian produktivitas tanaman aren berdasarkan sifat morfologi tanaman pada skuen tinggi tempat di Kabupaten Tapanuli Selatan. *Jurnal Pertanian Tropik*. 4(2).
- Hardiansyah, M. (2017). *Analisis pengolahan dan nilai tambah tanaman aren (Arenga pinnata) di Hutan Sijambe Nagori Talun Kondot Kecamatan Panombeian Panei Kabupaten Simalungun*. Skripsi. Reposito Institusi USU. Universitas Sumatera Utara.
- Haryanti, P., Karseno., Setyawati, R. (2012). Aplikasi pengawet alami nira kelapa bentuk serbuk berbahan sirih hijau terhadap sifat fisik dan kimia gula kelapa. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 12(2).
- Hasanah, H. (2008). *Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol tape ketan hitam (Oryza sativa L var forma glutinosa) dan tape singkong (Manihot utilissima Pohl)*. Skripsi. Malang. Universitas Islam Negeri.

- Ichsan. (2014). Penentuan konsentrasi kadar alkohol dan asam asetat dalam nira berdasarkan lama waktu penyimpanan pada suhu ruang. *Jurnal Kesehatan Ilmiah Nasuwakes*. Vol 7. No. 1
- Irmayanti, A. (2015). Penyalahgunaan alkohol dikalangan mahasiswa. *Naskah Publikasi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Irmayuni, E., Nurmila dan Sukainah, A. (2018). Efektivitas air nira lontar (*Borassus flabellifer*) sebagai bahan pengembang adonan kue apem. *Jurnal pendidikan teknologi pertanian*. 4.
- Kementrian Pertanian. (2014). *Pedoman budidaya aren (Arenga pinnata Merr) yang baik*. No 133/Permentan/OT.140/12/2013.
- Lay, A., Barlina, R., Hutapea, R.T.P., Karouw dan Pasang, P.M. (2004). Teknik pengawetan nira aren untuk pengolahan gula semut skala industri pedesaan. *Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain*. Manado.
- Leasa, H. (2015). Pengaruh lama fermentasi terhadap total asam cuka aren (*Arenga pinnata merr*). *Jurnal Biopendix*. 1(2).
- Lempang, M. (2012). Pohon aren dan manfaat produksinya. *Info Teknis EBONI*. 9(1).
- Mardiyah, S. (2017). Pengaruh lama pemanasan terhadap kadar alkohol pada nira siwalan (*Borassus flabellifer*). *Jurnal teknologi laboratorium medis Muhammadiyah*. 2(1).
- Mariana, E., Cahyono, E., Rahayu, E. F dan Nurcahyo, B. (2018). Validasi metode penetapan kuantitatif metanol dalam urin menggunakan *gas chromatography-flame ionization detector*. *Jurnal Chemistry*. 7(3).
- Mariati, R. (2013). Potensi produksi dan prospek pengembangan tanaman aren (*Arenga pinnata Merr*) di Kalimantan Timur. *Jurnal Agrifor*. 7(2).
- Moede, F. H., Gonggo, S. T dan Ratman. (2017). Pengaruh lama waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol dari pati ubi jalar kuning (*Ipomea batata L.*). *Jurnal Akademika Kimia*. 6 (2).
- Maula, L. K dan Yuniastuti, A. (2017). Analisis faktor yang mempengaruhi penyalahgunaan dan adiksi alkohol pada remaja Di Kabupaten Pati. *Public Health Perspective Journal*. 2 (2).
- Mentari, S.N., Djangi, M.J dan Sudding. (2017). Peran akar kayu bayur (*Pterospermum sp*) terhadap fermentasi nira aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Chemica*. 18 (2).
- MUI. (2003). Fatwa Majelis Ulama Indonesia. *Standardisasi Fatwa Halal*. No. 4
- Mulyanie, E., Romdani dan Andhy. (2018). Pohon aren sebagai tanaman fungsi konservasi. *Jurnal Geografi*. 14 (2).

- Mulyawanti, I., Setyawan, N., Syah, A.N.A dan Risfaheri. (2011). Evaluasi Mutu Kimia, Fisika Dan Mikrobiologi Nira Aren (*Arenga pinnata*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Agritech*. 31(4).
- Mussa, R. (2014). Kajian tentang lama fermentasi nira aren (*Arenga pinnata*) terhadap kelimpahan mikroba dan kualitas organoleptik tuak. *Jurnal Biopendix*. 1(1).
- Ngamput, H. M. A. (2018). *Pengaruh waktu hidrolisis asam terhadap kadar etanol yang dihasilkan dalam fermentasi Ulva lactuca*. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma.
- Noviyanti, R. (2014). *Pengaruh konsumsi minuman tuak terhadap erosi gigi di Kecamatan Maiwa Kabupaten Enrekang*. Skripsi. Makassar. Universitas Hasanuddin.
- Nugraha, D. F., Wiadnya, I. B. R. (2012). *Pengaruh lama penyimpanan minuman tuak (Arenga pinnata) terhadap kadar alkohol dan kadar asam cuka*. Poltekkes Kemenkes Mataram. Jurusan Analis Kesehatan.
- Ohaira, J. B. I., (2018). *Pengaruh perbedaan konsentrasi HCl pada hidrolisis Asam terhadap kadar etanol yang dihasilkan dalam fermentasi Sargassum sp*. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma.
- Ongirwalu, B. M. I. (2009). *Kurva pertumbuhan Saccharomyces cerivisiae dari PG-PS Madukismo Yogyakarta yang berperan dalam proses fermentasi alkohol*. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma.
- Oktaviani, S.A., Sabikis S dan Hartanti, D. (2011). Identifikasi etanol hasil frmentasi sente (*Alocasia macrorrizha* (L.)G.Don), sente wulung (*Alocasia indica* (Lour.) Koch) dan kimpul (*Xhantosoma nigrum* (Vell.) Mansf). *Jurnal farmasi*. 8(1).
- Panduwasito, A.A. (2014). *Optimasi metode penetapan kadar etanol dan profil senyawa yang terdapat dalam hasil produksi "CIU" rumahan desa Sentul Kabupaten Sukoharjo dengan metode kromatografi gas*. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma.
- Panggabean, S.M. (2015). *Analisis konsumsi tuak pada peminum tuak didesa Lumban Siagian Jae Kecamatan Siatas Barita Kabupaten Tapanuli Utara Sumatera Utara*. Skripsi. Jakarta. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Pardosi, J.L. (2009). *Perbandingan metode kromatografi gas dan berat jenis pada penetapan kadar etanol*. Skripsi. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Pitopang, R., Khairuddin, I., Tjoa A, Burhanuddin, I. F dan Van, B. M. M. (2008). **Pengenalan jenis-jenis pohon yang umum di Sulawesi. Pemerintah Provinsi Sulawesi Tengah dan Herbarium Celebence**. Palu. Universitas Taduluku.

- Pradnyandari, A. T., Dhyanaputri, G. A. S dan Jirna, N. (2017). Kajian karakteristik objektif dan subjektif tuak aren (*Arenga pinnata*) berdasarkan lama Waktu penyimpanan. <http://ejournal.poltekes.denpasar.ac.id>. 5(1).
- Pranayanti, I. A. P dan Sutrisno, A. (2015). Pembuatan minuman probiotik air kelapa muda (*Cocos nucifera* L.) dengan starter *Lactobacillus casei* Strain *Shirota*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2).
- Pribadi, E. T. (2017). Penyalahgunaan alkohol di Indonesia : Analisis Determinan , SWOT , dan CARAT. *Journal of Health Science and Prevention*. 1(1).
- Putri, S. A., Restuhadi, F dan Rahmayuni. (2016). Hubungan antara kadar gula reduksi, jumlah sel mikroba dan etanol dalam produksi bioetanol dari fermentasi air kelapa dengan penambahan urea. *Journal Jom FAPERTA*. 3(2).
- Rahayuningtyas, A., Susanti, N.D. (2016). Analisis usaha dan teknologi pembuatan gula semut aren sebagai alternatif pemanis alami (study kasus: pada usaha pembuatan kue skala rumah tangga Bomis Jaya). *Prosiding Seminar Nasional*. 6(1).
- Rezkiani, A. (2016). *Gambaran peminum tuak (studi kasus pada warga Sawere Desa Bontoraja Kecamatan Gantarang Kabupaten Bulukumba)*. Skripsi. Makassar. Universitas Islam Negeri Alaudin.
- Riyanto, F. D. (2013). *Penetapan kadar etanol dan profil senyawa yang terdapat dalam hasil produksi "CIU" rumahan dusun Sentul desa Bekonang Kabupaten Sukoharjo dengan metode kromatografi gas*. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma.
- Rizani, K. Z. (2000). *Pengaruh konsentrasi gula reduksi dan inokulum (*Saccharomyces cerevisiae*) pada proses fermentasi sari kulit nanas (*Ananas comosus* L. Merr) untuk produksi etanol*. Skripsi. Malang. Universitas Brawijaya.
- Rumokoi, H. (1990). Manfaat tanaman aren (*Arenga pinnata* Merr). *Buletin Balitka* No. 10:21-28. Balai Penelitian Kelapa, Manado.
- Sari, E. A. I. (2008). *Pengaruh variasi substrak dan lama fermentasi terhadap produksi alkohol pisang klutuk (*Musa branchycarpa*)*. Skripsi. Semarang. Universitas Islam Negeri Semarang.
- Satioko, T. R. (2013). *Pemanfaatan bagas limbah pabrik gula jati barang brebes menjadi bioetanol*. Tugas Akhir II. Universitas Negeri Semarang.
- Setiawan, A. (2014). Eksplorasi anakan alam aren (*Arenga pinnata* Merr) di Temanggung dan cara penanganannya. *Informasi Teknis*. 15(1).
- Selmi, R. (2018). *Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, warna, rasa dan aroma tuak ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.)*. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma.

- Sopandi, T. (2014). **Mikrobiologi pangan**. Yogyakarta: Andi Offset.
- Srena, M. F. (2018). *Potensi dan pemanfaatan aren (Arenga pinnata) oleh masyarakat disekitar kawasan taman nasional Batang Gadis*. Skripsi. Institusi USU. Universitas Sumatera Utara.
- Steive, K., Lay, A. (2006). Nira aren dan teknik pengendalian produk olahan. *Buletin Palma*. Manado.
- Subrimobdi, W. B. (2016). Studi eksperimental pengaruh penggunaan *Saccharomyces cerivisiae* terhadap tingkat produksi bioetanol dengan bahan baku nira siwalan. *Tugas Akhir*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Sudarma, N., Parwata, M. O. A. (2017). *Penentuan kadar etanol pada arak dengan metode kromatografi gas*. Bali: Universitas Udayana.
- Surya, E., Ridhwan, M., Armi., Jailani., Samsiar., (2018). Konservasi pohon aren (*Arenga pinnata Merr*) dalam pemanfaatan nira aren terhadap Peningkatan ekonomi masyarakat didesa Padang Kecamatan Terangun Kabupaten Gayo Lues. *Jurnal Bionatural*. 5(2).
- Tanra, N., Syam, H., Sukainah, A. (2019). Pengaruh penambahan pengawet alami terhadap kualitas gula aren (*Arenga pinnata Merr*) yang Dihasilkan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 5(2).
- Taslim, M., Mailoa, M., Rijal, M. (2017). Pengaruh pH dan lama fermentasi terhadap produksi etanol dari *sargassum crassifolium*. *Jurnal Ilmu Biologi dan Edukasi*. 6(1)
- Tianingrum, Y. (2011). Perbandingan kadar etanol hasil fermentasi ummi talas bentul, lompong (*Colocasia esculenta (L) Schott*), kimpul (*Xanthosoma violaceum Schott*). *Jurnal Farmasi*. 8(1).
- Wahono, S. K., Damayanti, E., Rosyida, V. T., Sadyastuti, E. I. (2011). Laju pertumbuhan *Saccharomyces cerivisiae* pada proses fermentasi pembentukan bioetanol dari biji sorgum (*Sorghum bicolor L.*). *Jurnal Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Universitas Diponegoro.
- Wahyuni, I. (2012). *Studi pemisahan campuran azeotrop etanol-air dan isopropil alkohol-air melalui proses pervaporasi dengan membran thin film composite komersial*. Tesis. Depok: Universitas Indonesia.
- Wardani, A. K. (2018). *Pengaruh lama waktu fermentasi pada pembuatan bioetanol dari sargasum sp menggunakan metode hidrolisis asam dan fermentasi menggunakan mikroba asosiasi (Zymomonas mobilis, Saccharomyces cerivisiae dalam ragi tape dan ragi roti)*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Wibisono, A. R. (2017). *Optimalisasi bahan baku dan kapasitas kerja alat granulator pada proses pembuatan gula semut aren (studi kasus*

Kelompok pengrajin gula aren Wan Abdurrahman sumber Agung Kemiling). Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.

Widada, B. 2000. **Pengenalan Alat Kromatografi Gas.** Urania. ISSN 0852-4177

Yunita., Ismail, Y. S., Maha, F. W. (2017). Potensi air nira aren (*Arenga pinnata Merr*) sebagai sumber isolat bakteri asam asetat (BAA). *Jurnal Bioleuser.* 1(3).

Yuliati, W., Ilyah, M., Indirawati, K. (2012). Analisa kinerja *gas chromatography* tipe shimadzu GC-FID 2010 pada pengaruh perubahan *temperature column* terhadap nilai *retention time* dan *area of detection peak* dari *bhylene in N-hexane* di PT. Ditek Jaya. *Jurnal teknik fisika.* 1(1).

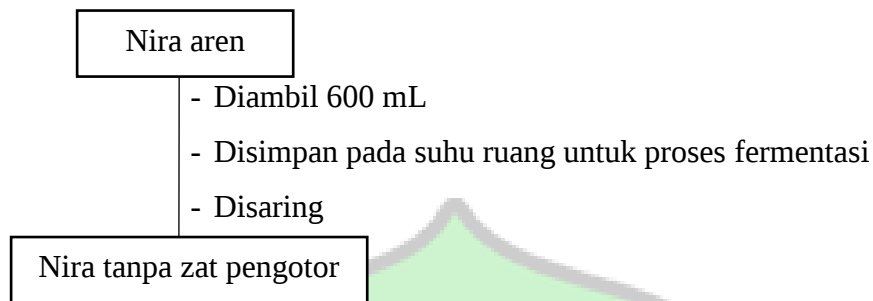
Zely, F.D. (2014). *Pengaruh waktu dan kadar Saccharomyces cerivisiae terhadap produksi etanol dari serabut kelapa pada proses sakarifikasi dan fermentasi simultan dengan enzim selulase.* Skripsi. Bengkulu : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.



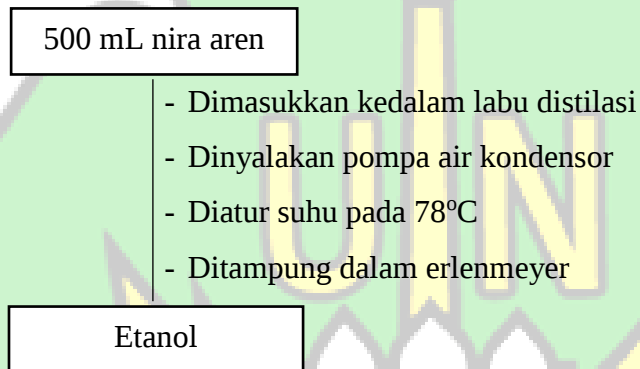
LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja

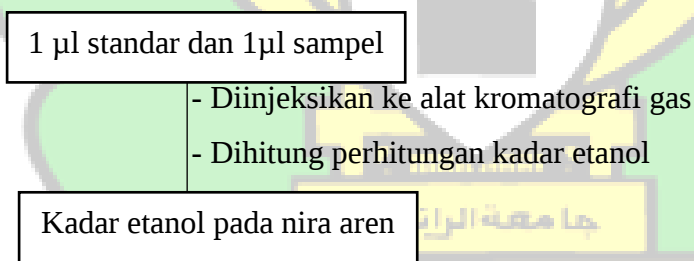
1.1 Preparasi Sampel



1.2 Proses pemisahan dengan distilasi



1.3 Analisis kadar etanol dengan kromatografi gas



Lampiran 2. Perhitungan

2.1 Perhitungan Rendemen

1. Nira aren 4 jam

$$\begin{aligned}\text{Rendemen etanol} &= \frac{\text{volume larutan setelah distilasi}}{\text{volume larutan setelah fermentasi}} \times 100\% \\ &= \frac{15 \text{ mL}}{500 \text{ mL}} \times 100\% \\ &= 3\%\end{aligned}$$

2. Nira aren 8 jam

$$\begin{aligned}\text{Rendemen etanol} &= \frac{\text{volume larutan setelah distilasi}}{\text{volume larutan setelah fermentasi}} \times 100\% \\ &= \frac{24 \text{ mL}}{500 \text{ mL}} \times 100\% \\ &= 4,8\%\end{aligned}$$

3. Nira aren 24 jam

$$\begin{aligned}\text{Rendemen etanol} &= \frac{\text{volume larutan setelah distilasi}}{\text{volume larutan setelah fermentasi}} \times 100\% \\ &= \frac{43 \text{ mL}}{500 \text{ mL}} \times 100\% \\ &= 8,6\%\end{aligned}$$

3.2 Perhitungan standar etanol

1. Standar 0,2%

$$\begin{aligned}V_1 \cdot M_1 &= V_2 \cdot M_2 \\ V_1 &= \frac{0,2\% \cdot 100 \text{ mL}}{96\%} \\ V_1 &= \frac{20 \text{ mL}}{96 \text{ mL}} \\ V_1 &= 0,20 \text{ mL}\end{aligned}$$

3.3 Perhitungan Kadar Etanol1.

$$\begin{aligned}1. \text{ Kadar etanol 4 jam} &= \frac{\text{luas area sampel}}{\text{luas area standar}} \times \text{standar etanol (0,2\%)} \\ &= \frac{954,66932}{1550,84835} \times 0,2\% \\ &= 0,12\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}2. \text{ Kadar etanol 8 jam} &= \frac{\text{luas area sampel}}{\text{luas area standar}} \times \text{standar etanol (0,2\%)} \\ &= \frac{1338,73352}{1550,84835} \times 0,2\% \\ &= 0,17\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3. \text{ Kadar etanol 24 jam} &= \frac{\text{luas area sampel}}{\text{luas area standar}} \times \text{standar etanol (0,2\%)} \\ &= \frac{2075,35902}{1550,84835} \times 0,2\% \\ &= 0,27\%\end{aligned}$$

Data File C:\Chem32\1\data\SMF\ETANOL.D
 Sample Name: ETANOL

0.2%

Acq. Operator : SYSTEM
 Sample Operator : SYSTEM
 Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM Location : 1 (F)
 Injection Date : 08/08/2019 11:23:52 Inj Volume : Manually
 Method : C:\CHEM32\1\METHODS\DEF_AULIAGC.M
 Last changed : 08/08/2019 11:08:29 by SYSTEM



Area Percent Report

Sorted By : Signal
 Multiplier : 1.0000
 Dilution : 1.0000
 Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.630	EV	0.0196	336.64917	315.97696	25.57627
2	0.659	VE	0.0112	190.49992	282.23917	12.78244
3	0.739	BV	0.1039	649.59143	94.88756	41.88520
4	0.850	VB	0.0553	216.45978	48.29033	13.95712
5	4.958	BB	0.0911	89.65405	12.44209	5.78057

Totals : 1950.84835 754.83610

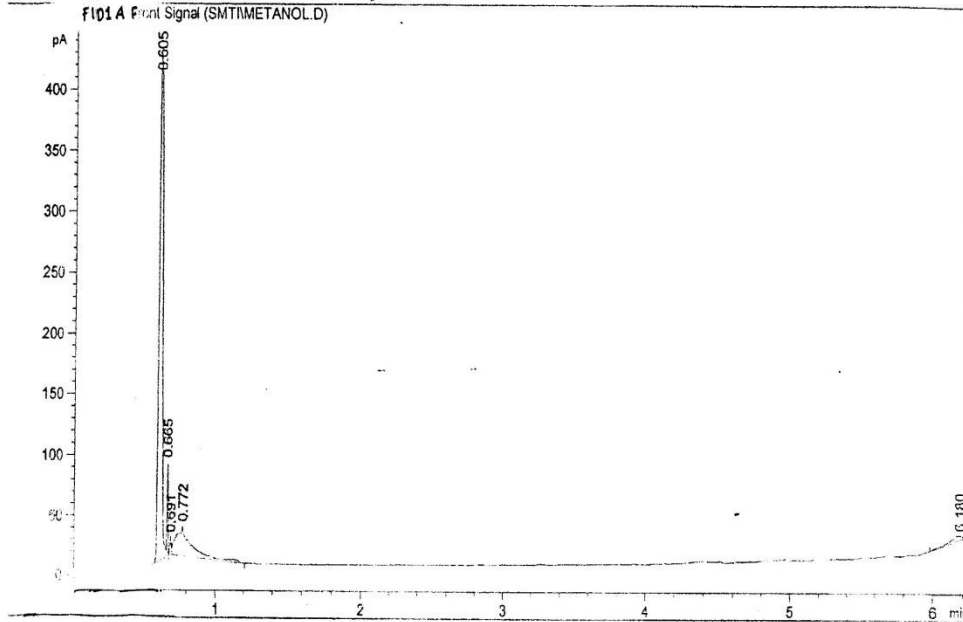
7890B SYSTEM 08/08/2019 11:28:09 SYSTEM

Page 1 of 2

4 Jan

File C:\Chem32\1\Data\SMTI\METANOL.D
 Sample Name: ETANOL

=====
 Acq. Operator : SYSTEM
 Sample Operator : SYSTEM
 Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM Location : 1 (F)
 Injection Date : 18/07/2019 14:15:50 Inj Volume : Manually
 Method : C:\CHEM32\1\METHODS\DEF_GC.M1.M
 Last changed : 18/07/2019 14:15:20 by SYSTEM



=====
 Area Percent Report
 =====

Sorted By : Signal
 Multiplier : 1.0000
 Dilution : 1.0000
 Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1A, Front Signal

#	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.605	BV R	0.0277	704.35583	417.45877	73.78009
2	0.665	VE E	9.90e-3	43.73141	75.07436	4.58079
3	0.691	BV	0.0115	10.68059	14.68395	1.11877
4	0.772	VB	0.0847	173.24605	24.74946	18.14723
5	6.180	BB	0.0849	22.65543	3.26703	2.37312

Tails 954.66932 535.23356

=====

Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM

Page 1 of 2

8 Jan

File C:\Chem32\1\Data\SMTI\METANOL.D

Sample Name: ETANOL

Acq. Operator : SYSTEM

Sample Operator : SYSTEM

Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM

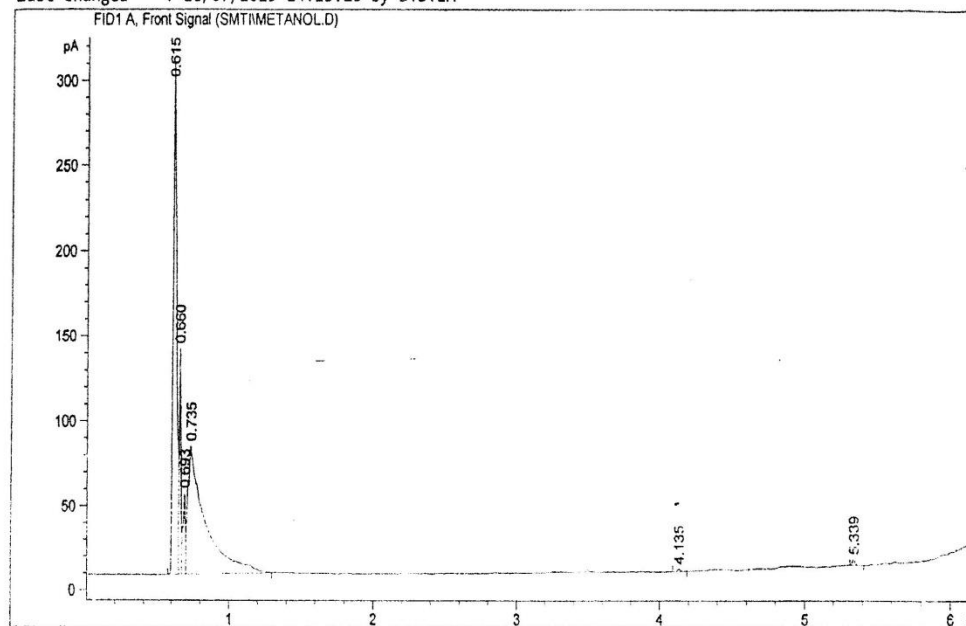
Location : 1 (F)

Injection Date : 18/07/2019 14:43:35

Inj Volume : Manually

Method : C:\CHEM32\1\METHODS\DEF_GC.M1.M

Last changed : 18/07/2019 14:15:20 by SYSTEM



Area Percent Report

Sorted By : Signal
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1 A, Front Signal

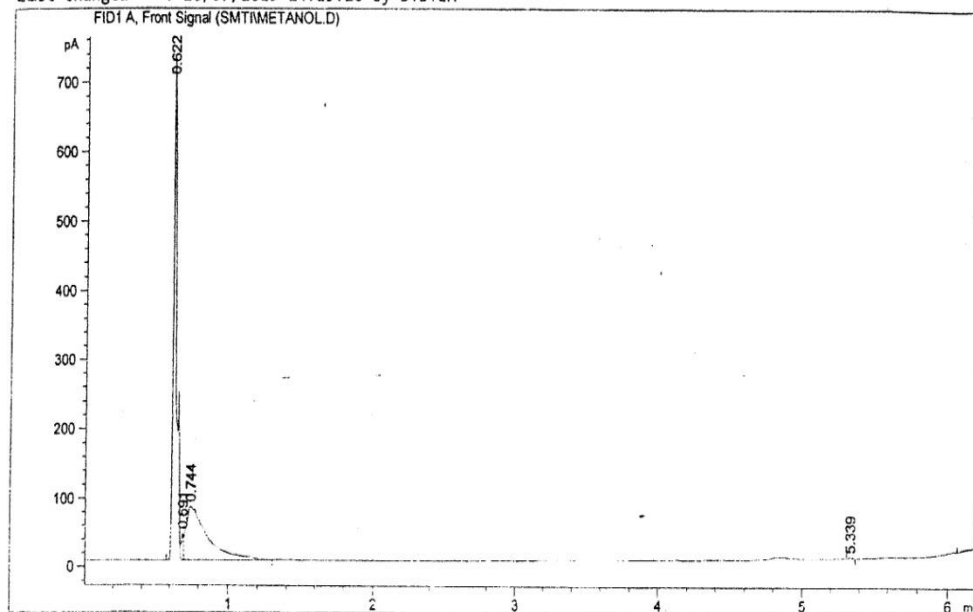
Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.615	BV	0.0271	524.28198	304.25995	39.16254
2	0.660	VV	0.0132	116.70133	133.53712	8.71729
3	0.693	VV	0.0172	58.82606	48.38453	4.39416
4	0.735	VB	0.1011	632.40533	76.01233	47.23908
5	4.135	BB	0.0234	1.98037	1.33092	0.14793
6	5.339	BB	0.0201	4.53843	3.51073	0.33901

Totals : 1338.73352 567.03558

24 Jan

File C:\Chem32\1\Data\SMTI\METANOL.D
Sample Name: ETANOL

=====
Acq. Operator : SYSTEM
Sample Operator : SYSTEM
Acq. Instrument : GC 7890B SYSTEM Location : 1 (F)
Injection Date : 18/07/2019 14:28:39
Inj Volume : Manually
Method : C:\CHEM32\1\METHODS\DEF_GC.M1.M
Last changed : 18/07/2019 14:15:20 by SYSTEM



=====
Area Percent Report
=====

Sorted By : Signal
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: FID1 A, Front Signal

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Height [pA]	Area %
1	0.622	BV R	0.0247	1229.51270	728.48260	59.24337
2	0.691	VV E	0.0163	43.67884	38.18612	2.10464
3	0.744	VB E	0.1270	788.86578	78.01045	38.01105
4	5.339	BB	0.0209	1.83734	1.43520	0.08853
5	6.234	BBA	0.1470	11.46436	1.29952	0.55240

Totals : 2075.35902 847.41389

=====
890B SYSTEM 18/07/2019 14:34:57 SYSTEM

Page 1 of 2

Lampiran 4. Gambar Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Nira aren (*Arenga pinnata Merr*)



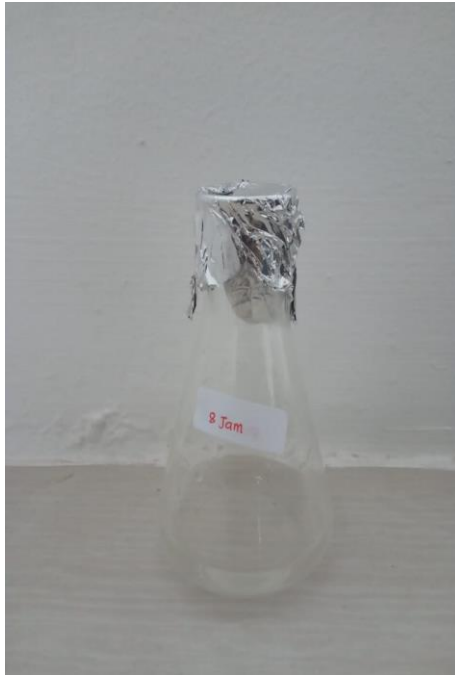
Alat distilasi



Alat kromatografi gas



Fermentasi 4 jam



Fermentasi 8 jam



Fermentasi 24 jam





STANDARDISASI FATWA HALAL

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

FATWA MEJELIS ULAMA INDONESIA
Nomor 4 Tahun 2003

Tentang
STANDARDISASI FATWA HALAL

Mejelis Ulama Indonesia, setelah :

Menimbang : dst

Mengingat : dst

Memperhatikan : 1. Keputusan Rakor Komisi Fatwa dan LP POM
MUI serta Departemen Agama RI, pada 25
Mei 2003.
2. dst

MEMUTUSKAN

Menetapkan : **FATWA TENTANG STANDARDISASI FATWA
HALAL**

Pertama : **Khamr**

1. Khamr adalah setiap yang memabukkan, baik berupa minuman, makanan maupun lainnya. Hukumnya adalah haram.
2. Minuman yang termasuk dalam kategori khamr adalah minuman yang mengandung ethanol (C_2H_5OH) minimal 1%.
3. Minuman yang termasuk dalam kategori khamr adalah najis.
4. Minuman yang mengandung ethanol di bawah 1% sebagai hasil fermentasi yang direkayasa adalah haram atas dasar سَاءَ الذَّرْعَةُ

(preventif), tapi tidak najis.

5. Minuman keras yang dibuat dari air perasan tape dengan kandungan ethanol minimal 1% termasuk kategori khamr.
6. Tape dan air tape tidak termasuk khamr, kecuali apabila memabukkan.

Kedua : Ethanol, Fusel oil, Ragi, dan Cuka

1. Ethanol yang merupakan senyawa murni yang bukan berasal dari industri khamr adalah suci.
2. Penggunaan ethanol yang merupakan senyawa murni yang bukan berasal dari industri khamr untuk proses produksi industri pangan hukumnya:
 - a. Mubah, apabila dalam hasil produk akhirnya tidak terdeteksi.
 - b. Haram, apabila dalam hasil produk akhirnya masih terdeteksi.
3. Penggunaan ethanol yang merupakan senyawa murni yang berasal dari industri khamr untuk proses produksi industri hukumnya haram.
4. Fusel oil yang bukan berasal dari khamr adalah halal dan suci.
5. Fusel oil yang berasal dari khamr adalah haram dan najis.
6. Komponen yang dipisahkan secara fisik dari fusel oil yang berasal dari khamr hukumnya haram.
7. Komponen yang dipisahkan secara fisik dari fusel oil yang berasal dari khamr dan direaksikan secara kimiawi sehingga berubah menjadi senyawa baru hukumnya halal dan suci (استحالة).
8. Cuka yang berasal dari khamr baik terjadi dengan sendirinya maupun melalui rekayasa, hukumnya halal dan suci.
9. Ragi yang dipisahkan dari proses pembuatan khamr setelah diecui sehingga hilang rasa, bau dan warna khamr-nya, hukumnya halal dan suci.

Ketiga : Pemotongan Hewan

1. Yang boleh menyembelih hewan adalah orang yang beragama Islam dan akil baligh.
2. Cara penyembelihan adalah sah apabila dilakukan dengan:
 - a. membaca "basmalah" saat menyembelih;
 - b. menggunakan alat potong yang tajam;
 - c. memotong sekaligus sampai putus saluran per-nafasan/ tenggorokan (*hulqum*), saluran makanan (*mari*), dan kedua urat nadi (*wadajain*); dan
 - d. pada saat pemotongan, hewan yang dipotong masih hidup.
3. Pada dasarnya pemingsanan hewan (stunning) hukumnya boleh dengan syarat: tidak menyakiti hewan yang bersangkutan dan sesudah di-stunning statusnya masih hidup (*hayat mustaqirrah*).
4. Pemingsanan secara mekanik, dengan listrik, secara kimiawi ataupun cara lain yang dianggap menyakiti hewan, hukumnya

tidak boleh.

Keempat : Masalah Penggunaan Nama dan Bahan

1. Tidak boleh mengonsumsi dan menggunakan nama dan/atau simbol-simbol makanan/minuman yang mengarah kepada kekufuran dan kebatilan.
2. Tidak boleh mengonsumsi dan menggunakan nama dan/atau simbol-simbol makanan/minuman yang mengarah kepada nama-nama benda/binatang yang diharamkan terutama babi dan khamr, kecuali yang telah mentradisi ('urf) dan dipastikan tidak mengandung unsur-unsur yang diharamkan seperti nama bakso, bakmi, bakwan, bakpia dan bakpao.
3. Tidak boleh mengonsumsi dan menggunakan bahan campuran bagi komponen makanan/minuman yang menimbulkan rasa/aroma (flavour) benda-benda atau binatang yang diharamkan, seperti mie instan rasa babi, bacon flavour, dll.
4. Tidak boleh mengonsumsi makanan/minuman yang menggunakan nama-nama makanan/minuman yang diharamkan seperti whisky, brandy, beer, dll.

Kelima : Media Pertumbuhan

1. Mikroba yang tumbuh dan berasal dari media pertumbuhan yang suci dan halal adalah halal dan mikroba yang tumbuh dan berasal dari media pertumbuhan yang najis dan haram adalah haram.
2. Produk mikrobial yang langsung dikonsumsi yang menggunakan bahan-bahan yang haram dan najis dalam media pertumbuhannya, baik pada skala penyegaran, skala pilot plant, dan tahap produksi, hukumnya haram.
3. Produk mikrobial yang digunakan untuk membantu proses memproduksi produk lain yang langsung dikonsumsi dan menggunakan bahan-bahan haram dan najis dalam media pertumbuhannya, hukumnya haram.
4. Produk konsumsi yang menggunakan produk mikrobial harus ditelusuri kehalalannya sampai pada tahap proses penyegaran mikroba.

Keenam : Masalah Kodok

Yang menjadi pertimbangan dalam masalah kodok adalah faktor lingkungan. Nabi shallallahu alaihi wasallam melarang membunuh kodok. Jadi, haram membunuh dan memakan kodok.

Ketujuh : Masalah Lain-lain

1. Masalah sertifikat halal yang kedaluwarsa:
 - a. Untuk daging impor, batasannya adalah per pengapalan (shipment) sepanjang tidak rusak. Untuk daging lokal,

BIODATA PENULIS

Identitas Pribadi

Nama : Zatur Raihan
Tempat/ Tanggal Lahir : Lamleupung/15 April 1997
Agama : Islam
Alamat Sekarang : Desa Lamleupung, Kec. Kuta Cot Glie, Kab. Aceh
Besar



Nama Orang Tua

Ayah : Alm. Marwan
Pekerjaan : -
Alamat : -
Ibu : Sarwati
Pekerjaan : IRT
Alamat : Desa Lamleupung, Kec. Kuta Cot Glie, Kab. Aceh
Besar

Riwayat Pendidikan

SD : SD N Keumireu
SMP : SMP Islam Al-Falah
SMA : SMA Islam Al-Falah
Institut : Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh,
Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Kimia Tahun
2015

Karya Tulis

Judul Skripsi : Analisis Kadar Etanol Nira Aren (*Arenga pinnata*
Merr) Dari Kecamatan Montasik Kabupaten Aceh
Besar Berdasarkan Variasi Waktu Simpan
Menggunakan Kromatografi Gas