

**KARAKTERISTIK BIOALKOHOL DARI HASIL HIDROLISIS ASAM  
KULIT BUAH KAKAO**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**VILA**

**NIM. 4514044003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**UNIVERSITAS BOSOWA**

**MAKASSAR**

**2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**“KARAKTERISTIK BIOALKOHOL DARI HASIL HIDROLISIS ASAM**  
**KULIT BUAH KAKAO”**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan**  
**Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



**Disusun Oleh :**

**VILA**  
**NIM. 4514044003**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Hermawati'.

**Hermawati, S.Si., M.Eng.**

NIDN:0024077101

Dosen Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Tang'.

**M. Tang, ST., M.Pkim.**

NIDN:0913027503

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**“KARAKTERISTIK BIOALKOHOL DARI HASIL HIDROLISIS ASAM**  
**KULIT BUAH KAKAO”**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**

**VILA**  
**NIM. 4514044003**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus  
Pada tanggal 15 maret 2019

**Pembimbing**

1. Hermawati, S.Si., M.Eng.
2. M. Tang, S.T., M.Pkim.

**Penguji**

1. Dr. Hamsina, S.T., M.Si.
2. Al-Gazali, S.T., M.T.

**Tanda Tangan**

.....  
.....

**Tanda Tangan**

.....  
.....

**Mengetahui**

**Ket. Jurusan Teknik Kimia**

  
**M. Tang, ST., M.Pkim**  
NIDN. 0913027503

## KATA PENGANTAR

Syukur kami ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha ESA yang selalu setia memberikan Rahmat dan Anugerah-Nya dan kekuatan kepada penulis sehingga kami dapat menyelesaikan Penelitian yang berjudul “Karakteristik Bioalkohol Dari Hasil Hidrolisis Asam Kulit Buah Kakao”.

Penelitian ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat mencapai gelar sarjana pada Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar.

Dalam menyelesaikan penelitian ini, kami banyak menerima bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Hermawati S.Si, M.Eng, sebagai Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan serta arahan kepada penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak M. Tang ST., M.Pkim, sebagai Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan serta arahan kepada penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Seluruh Dosen Pengajar Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama menjalani studi.
4. Ibu Nurmiaty Darwis, ST, sebagai Laboran Di laboratorium Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama mengenyam pendidikan di Jurusan Teknik Kimia.
5. Dan yang paling istimewa Orang tua yang tidak pernah lupa memberikan dukungan dan motivasi serta semangat kepada penulis.
6. Muzram yang selama ini telah membantu saya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini
7. Teman-teman Teknik Kimia 2014 untuk doa, dukungan, saran dan kritik kepada penulis.

8. Dan Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu namanya yang juga turut memberikan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan penelitian ini, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari pembaca yang bersifat konstruktif demi kesempurnaan penulisan ini. Akhir kata, semoga tulisan ini bermanfaat bagi kita semua. Terima Kasih.

Makassar, 15 Maret 2019

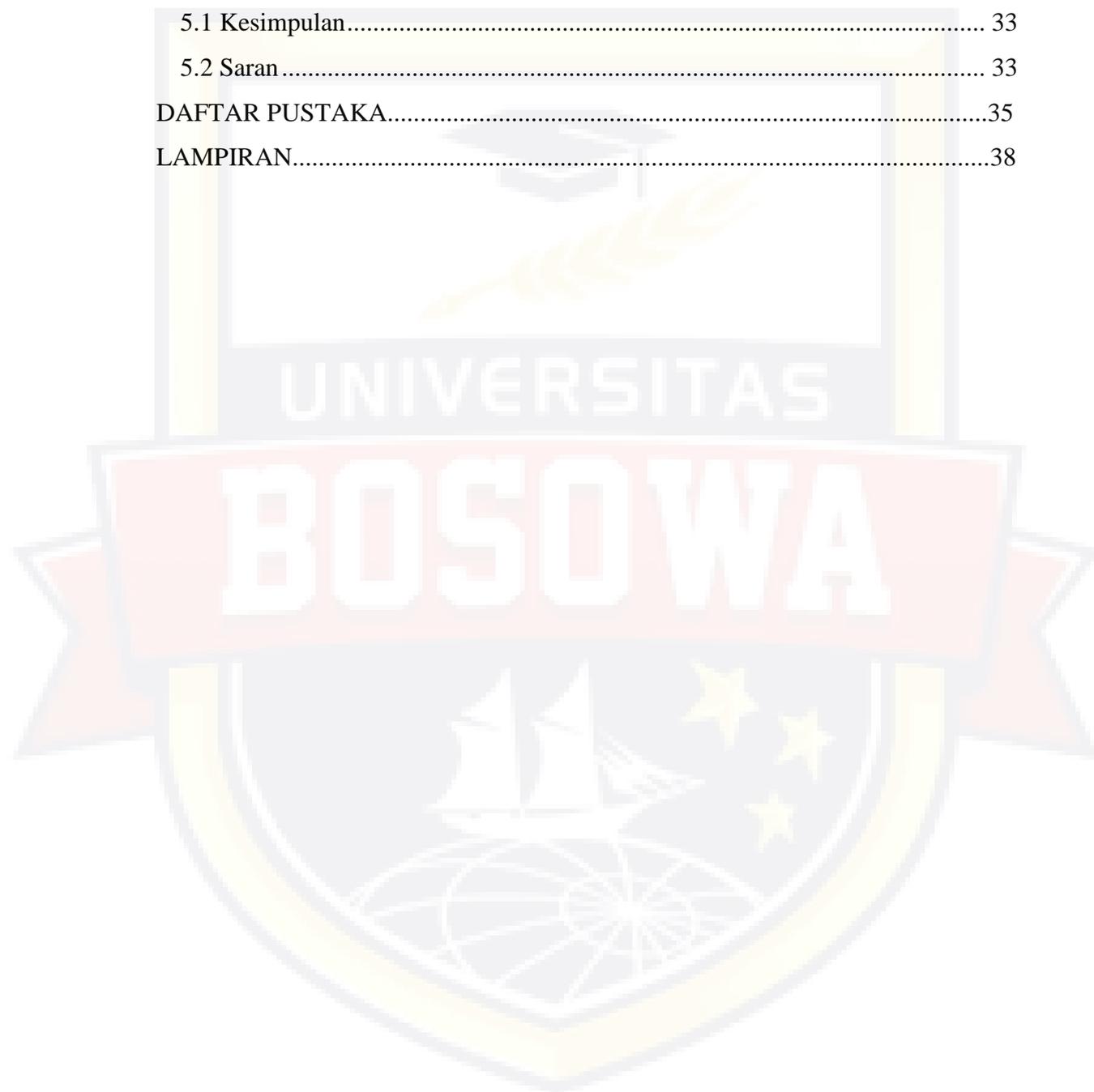
Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
INTISARI.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kakao ( <i>Theobroma Cacao</i> L.) .....	5
2.2 Bioalkohol .....	8
2.3 Proses Pembuatan Bioalkohol .....	12
2.4 Gas Cromatografy Mass Spectrometry (GC-MS) .....	16
2.5 Gas Chromatography – Flame Ionization Detector (GC-FID).....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	21
3.3 Metode Penelitian.....	22
3.4 Diagram Alir.....	23
BAB IV PEMBAHASAN.....	24
4.1 Delignifikasi .....	24
4.2 Kadar Bioalkohol .....	25
4.3 Rendemen Bioalkohol .....	26
4.4 Kelarutan dalam air .....	26
4.5 Warna .....	27

4.6	Bau.....	28
4.7	Densitas .....	28
4.8	Komponen Kimia .....	29
BAB V KESIMPULAN.....		33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran .....	33
DAFTAR PUSTAKA.....		35
LAMPIRAN.....		38



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Pod Kakao.....	6
Tabel 2.2 Standar Nasional Indonesia Kualitas Bioetanol.....	10
Tabel 2.3 Sifat Fisika dan Kimia Etanol Absolut dan Etanol Teknis .....	11
Tabel 2.4 Sifat Fisika dan Kimia Butanol.....	11
Tabel 4.1 Delignifikasi Kulit Buah Kakao.....	24
Tabel 4.2 Kadar Etanol dan Butanol.....	25
Tabel 4.3 Rendemen Bioalkohol.....	26
Tabel 4.4 Kelarutan Dalam Air.....	27
Tabel 4.5 Warna.....	27
Tabel 4.6 Bau Bioalkohol .....	28
Tabel 4.7 Densitas Bioalkohol.....	29
Tabel 4.8 Hasil GC-MS Delignifikasi Menggunakan KOH 4 %.....	30
Tabel 4.9 Hasil GC-MS Delignifikasi Menggunakan KOH 10 %.....	31
Tabel L.1 Berat Kulit Buah Kakao .....	38
Tabel L.2 Kadar Etanol dan Butanol GC-FID.....	39
Tabel L.3 Kadar Etanol dan Butanol.....	40
Tabel L.4 Rendemen Bioalkohol.....	40
Tabel L.5 Densitas Bioalkohol.....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah Kakao Trinitario.....	5
Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Delignifikasi.....	24
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Densitas.....	29
Gambar L.1 Hasil GC-FID Etanol Standar .....	43
Gambar L.2 Hasil GC-FID Butanol Standar.....	44
Gambar L.3 Hasil GC-FID Delignifikasi KOH 2 % .....	46
Gambar L.4 Hasil GC-FID Delignifikasi KOH 4 % .....	48
Gambar L.5 Hasil GC-FID Delignifikasi KOH 6 % .....	49
Gambar L.6 Hasil GC-FID Delignifikasi KOH 8 % .....	50
Gambar L.7 Hasil GC-FID Delignifikasi KOH 10 % .....	51
Gambar L.8 Hasil GC-MS Delignifikasi KOH 4 % .....	59
Gambar L.9 Hasil GC-MS Delignifikasi KOH 10 % .....	62
Gambar L.10 Hasil Hidrolisis Delignifikasi KOH 2 % .....	63
Gambar L.11 Hasil Hidrolisis Delignifikasi KOH 4 % .....	63
Gambar L.12 Hasil Hidrolisis Delignifikasi KOH 6 % .....	64
Gambar L.13 Hasil Hidrolisis Delignifikasi KOH 8 % .....	64
Gambar L.14 Hasil Hidrolisis Delignifikasi KOH 10 % .....	65
Gambar L.15 Penambahan air dengan bioalkohol 2 %, 4 %, dan 6 % .....	65
Gambar L.16 Penambahan air dengan bioalkohol 8 %, dan 10 %.....	66
Gambar L.17 Aquades .....	66
Gambar L.18 KOH.....	67
Gambar L.19 Asam sulfat .....	67
Gambar L.20 Erlemenyer.....	68
Gambar L.21 Tabung reaksi.....	68
Gambar L.22 Magnetic Stirrer .....	69
Gambar L.23 Timbangan digital .....	69
Gambar L.24 Alat yang digunakan .....	70

## INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisika dan kimia bioalkohol dari hasil hidrolisis asam kulit buah kakao. Metode yang dilakukan terdiri atas 3 tahapan, yaitu tahap pertama persiapan bahan baku, kulit buah kakao dicuci bersih, dipotong seukuran 0,5-1 cm dan dijemur. Setelah itu, dihaluskan sampai ukuran 40 mesh. Tahap kedua delignifikasi kulit buah kakao menggunakan KOH 2 %, 4 %, 6 %, 8 %, dan 10 % pada suhu 120 °C selama 1 jam. Sampel hasil delignifikasi kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 1 hari. Tahap ketiga hidrolisis sampel hasil delignifikasi menggunakan asam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 % pada suhu 100 °C selama 30 menit.

Hasil penelitian ini, menunjukkan semakin tinggi konsentrasi KOH maka semakin rendah penurunan lignin pada kulit buah kakao, ditandai dengan penurunan berat sampel. Delignifikasi menggunakan KOH ≤ 2 % menghasilkan etanol dan delignifikasi menggunakan KOH > 2 % menghasilkan butanol. Bioalkohol dari delignifikasi menggunakan KOH 2 % - 10 % menghasilkan warna kuning keemasan, bau seperti teh hitam, dan larut dalam air. Semakin tinggi konsentrasi KOH maka semakin tinggi densitas bioalkohol. Semakin tinggi konsentrasi KOH menyebabkan perubahan komponen kimia bioalkohol dari kulit buah kakao. Delignifikasi menggunakan KOH 4 % menghasilkan asam linoleat sebesar 34,335 % dan delignifikasi menggunakan KOH 10 % menghasilkan butana sebesar 26,775 %.

Kata kunci : Kulit Buah Kakao, KOH, Delignifikasi, Hidrolisis, Bioalkohol

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya teknologi dan bertambahnya penduduk mengakibatkan kebutuhan energi yang semakin meningkat. Bahan bakar fosil yang ada saat ini tidak dapat diharapkan untuk jangka waktu yang lama. Indonesia misalnya pada tahun 2017, cadangan terbukti minyak bumi sekitar 3.170,90 barrel, gas bumi sekitar 100,37 TSCF dan batubara sekitar 461 ton (Kemen ESDM, 2017). Apabila tidak ditemukan cadangan terbukti baru, minyak bumi diperkirakan akan habis dalam waktu kurang dari 10 tahun, gas bumi 30 tahun, dan batubara akan habis sekitar 50 tahun (Hambali, et. al. 2007).

Bahan bakar fosil yang digunakan sebagai sumber energi dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan tersebut berupa emisi CO<sub>2</sub> dan pemanasan global, gas rumah kaca seperti CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan NO<sub>2</sub> yang dapat membentuk lapisan di atmosfer sehingga menahan panas yang akan keluar dari bumi akibatnya atmosfer bumi semakin panas (Sunarman & Juhana, 2013). Oleh sebab itu, diperlukan sumber energi alternatif baru yang mampu mencukupi atau paling tidak dapat menghemat penggunaan energi dari bahan bakar fosil tersebut. Konsumsi BBM Indonesia yang mencapai 64,61 juta kL tidak seimbang dengan produksi yang nilainya sekitar 42,25 juta kL sehingga terdapat defisit yang harus dipenuhi melalui impor (Kemen ESDM, 2017). Apabila terus dikonsumsi tanpa ditemukannya cadangan minyak baru, diperkirakan cadangan minyak ini akan habis dalam dua dekade mendatang sehingga upaya pengembangan energi alternatif menjadi penting untuk dilakukan.

Energi alternatif adalah energi yang digunakan dengan bertujuan untuk menggantikan bahan bakar yang ada saat ini tanpa akibat yang tidak diharapkan dari hal tersebut. Minyak bumi dan batu bara sering disebut sebagai bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil ini terbentuk dari hewan dan tumbuhan yang mati ratusan juta tahun lalu. Pembentukan bahan bakar ini

membutuhkan waktu sangat lama. Apabila tidak dihemat, bahan bakar tersebut akan habis. Penggunaan energi alternatif merupakan salah satu cara menghemat persediaan bahan bakar fosil. Ada banyak sumber energi alternatif, seperti matahari, air, angin, gelombang air laut.

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang peranannya cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan dan devisa negara. Komoditas kakao menempati peringkat ketiga ekspor sektor perkebunan dalam menyumbang devisa negara, setelah komoditas karet dan CPO. Pada tahun 2009 ekspor kakao mencapai US\$ 116,51 miliar atau meningkat 26,47% dibanding tahun 2005 (Mahendra, 2010).

Indonesia merupakan negara produsen kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Dari total produksi kakao nasional 70% berasal dari Sulawesi (Anonim, 2003). Pengusahaan kakao di Indonesia dilakukan oleh rakyat, negara (BUMN/BUMD) dan swasta dengan luas areal tanaman kakao pada tahun 2017 mencapai 1.691.334 ha dengan produksi sebesar 688.345 ton, (Departemen Perkebunan, 2017).

Semakin meningkatnya produksi kakao akan meningkatkan jumlah limbah buah kakao. Komponen limbah buah kakao yang terbesar berasal dari kulit buahnya atau biasa disebut pod kakao, yaitu sebesar 75 % dari total buah (Ashadi, 1988). Jika dilihat dari data produksi buah kakao pada tahun 2017 yang mencapai 688.345 ton, maka limbah pod kakao yang dihasilkan sebesar 516.258,75 ton. Apabila limbah pod kakao ini tidak ditangani secara serius maka akan menimbulkan masalah lingkungan.

Kulit kakao merupakan limbah lignoselulosik yang mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa. Bahan selulosa pada limbah dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbon untuk produksi etanol ( $C_2H_5OH$ ). Lignoselulosa merupakan komponen berenergi terbesar yang dimiliki oleh limbah. Lignoselulosa terdiri atas tiga penyusun utama, yaitu selulosa, hemiselulosa,

dan lignin, yang saling terikat erat membentuk satu kesatuan. Kulit kakao ini mengandung lignoselulosa yang tinggi.

A. Rachman Fauzi, dkk., (2012) meneliti Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Pod Kakao (*Theobroma Cacao*) secara adsorpsi menghasilkan etanol fuel grade dari kadar etanol 95,87 % menjadi 99,16 %. Juli Anggraini, (2015) telah meneliti pembuatan bioetanol dari hidrolisat kulit kakao (*Theobroma cacao*, L) menggunakan fermipan yang menghasilkan etanol 99,8174 %. Pratiwi, dkk., (2010) telah meneliti pemanfaatan limbah kulit buah coklat sebagai bioethanol yang menghasilkan etanol sebesar 10,9 % dan kadar glukosa sisa 1,05 %.

Hasil penelitian Ashadi (1998) menunjukkan bahwa serat kasar kulit kakao mengandung 20,11% lignin, 31,25% selulosa, dan 48,64% hemiselulosa. Dengan demikian, jika diasumsikan dari total buah kakao produksi Indonesia ± 700 ribu ton (Anonim, 2013) dengan kandungan kulit dalam setiap buahnya 70-75% (± 510 ribu ton) kulit kakao yang memiliki kadar selulosa sebesar 31,25% maka jumlah selulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol yaitu sebanyak ± 219 ton pertahun.

Proses delignifikasi secara kimia menggunakan bahan kimia seperti asam, basa atau pelarut organik. Bahan-bahan alkali seperti NaOH, KOH, Ca(OH)<sub>2</sub>, hydrazine dan ammonia anhydrous dapat menyebabkan biomassa bengkak (swell). Delignifikasi merupakan tahap awal yang bertujuan untuk mengurangi kadar lignin didalam bahan berlignoselulosa (Ika Kurniaty, dkk., 2017). Delignifikasi akan membuka struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah diakses. Proses delignifikasi akan melarutkan kandungan lignin di dalam bahan sehingga mempermudah proses pemisahan lignin dengan serat (Permatasari dkk, 2013).

Proses delignifikasi menggunakan NaOH 1 M dilakukan oleh Septiyani (2011), ampas tebu memperoleh hasil optimum sebanyak 86% terdegradasi. Feriandi (2011), melakukan delignifikasi tandan kosong kelapa sawit kering menggunakan NaOH 1,0 M yang menghasilkan lignin

terdegradasi sebesar 93,3 %. Fakta lain menunjukkan bahwa ampas tebu yang didelignifikasi menggunakan sodium hidroksida 6 % menghasilkan sebanyak 72,49 % lignin terdegradasi (Gunam, 2011). Percobaan lain dilakukan pada alang-alang dengan delignifikasi menggunakan NaOH 10% menghasilkan lignin terdegradasi sebanyak 65,48 % (Agustina,2015). Rambat, dkk. (2015), melakukan delignifikasi kulit kakao menggunakan NaOH 6 % menghasilkan persentase penurunan optimum masing-masing lignin dan hemiselulosa sebesar 19,11 % serta kadar 39,17 %.

Dari beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya, proses delignifikasi umumnya menggunakan NaOH dan belum ada yang menggunakan KOH, sehingga perlu diteliti bagaimana karakteristik bioalkohol hasil delignifikasi menggunakan KOH.

#### 1.2 Rumusan masalah

- a. Berapa konsentrasi KOH yang digunakan pada delignifikasi kulit buah kakao?
- b. Bagaimana karakteristik kimia dan fisika bioalkohol yang dihasilkan dari hidrolisis asam kulit buah kakao ?

#### 1.3 Tujuan

- a. Mengetahui konsentrasi KOH yang digunakan pada delignifikasi kulit buah kakao.
- b. Mengetahui karakteristik kimia dan fisika bioalkohol dari hasil hidrolisis asam kulit buah kakao.

#### 1.4 Manfaat

- a. Menambah wawasan penulis dan pembaca tentang pemanfaatan limbah menjadi bioalkohol.
- b. Mengurangi limbah daripada kulit buah kakao.
- c. Mengetahui konsentrasi KOH yang digunakan pada delignifikasi kulit buah kakao.
- d. Mengetahui kandungan kimia dan fisika bioalkohol yang dihasilkan dari hidrolisis asam kulit buah kakao.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kakao (*Theobroma Cacao* L.)

Tanaman kakao bukan tanaman asli Indonesia tetapi tanaman tersebut diperkirakan berasal dari lembah hulu sungai Amazon, Amerika Selatan yang dibawa masuk ke Indonesia melalui Sulawesi Utara oleh Bangsa Spanyol sekitar tahun 1560. Kakao menjadi salah satu komoditas perkebunan yang peranannya cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan dan devisa negara. Disamping itu kakao juga berperan dalam mendorong pengembangan wilayah dan pengembangan agroindustri. Pada tahun 2002, perkebunan kakao telah menyediakan lapangan kerja dan sumber pendapatan bagi sekitar 900 ribu kepala keluarga petani yang sebagian besar berada di Kawasan Timur Indonesia (KTI) serta memberikan sumbangan devisa terbesar ke tiga sub sektor perkebunan setelah karet dan kelapa sawit dengan nilai sebesar US \$ 701 juta.



Gambar 2.1 Buah Kakao *Trinitario*

Kulit kakao (Pod Kakao) merupakan bagian mesokarp atau dinding buah kakao yang mencakup kulit terluar sampai daging buah sebelum kumpulan biji. Pod buah kakao merupakan bagian terbesar dari buah kakao.

Buah kakao (Gambar 2.1.1) umumnya terdiri dari 73,63% bagian kulit kakao, 24,37% biji (umumnya dalam satu buah kakao terdiri dari 30-40 butir biji kakao) dan 2% plasenta (merupakan kulit ari pembungkus biji kakao) (Siswoputranto, 1983) .

Komponen limbah buah kakao terbesar berasal dari kulit buahnya atau biasa disebut dengan kulit kakao. Sama halnya dengan limbah hasil panen dan pengolahan pertanian lainnya, kulit atau cangkang buah kakao belum dimanfaatkan secara optimal. Selama ini, cangkang buah kakao hanya digunakan sebagai pakan ternak setelah melalui tahapan bioproses. Petani kakao belum terpikir untuk memanfaatkan limbah cangkang kakao untuk dijadikan produk lain, seperti bahan baku energi alternatif.

Kulit kakao merupakan limbah lignoselulosa. Lignoselulosa atau serat kasar terdiri atas tiga penyusun utama, yaitu selulosa (31,25%), hemiselulosa (48,64%), dan lignin (20,11%) (Ashadi, 1988). Komposisi kimia pod kakao disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Pod Kakao

No	Komponen	Persentase (%)
1	Kadar air	12.96
2	Kadar abu	11.10
3	Kadar Lemak	1.11
4	Kadar Protein	8.75
5	Kadar Karbohidrat	16.27
6	Kadar Lignin	20.11
7	Kadar Selulosa	31.25

Sumber : Ashadi, 1988

Limbah lignoselulosa merupakan bahan yang mengandung lignin, hemiselulosa dan selulosa. Fungsi lignin adalah mengikat sel-sel tanaman satu dengan lainnya sebagai pengisi dinding sel sehingga dinding sel tanaman menjadi keras, teguh dan kaku (Dellweg, 1983). Ingram dan Doran (1995) menyatakan bahwa selulosa dan hemiselulosa tidak dapat dikonversi secara langsung karena berasosiasi dengan lignin.

Limbah lignoselulosa perlu diturunkan kadar ligninnya sebelum menuju proses hidrolisis dikarenakan Lignin yang melindungi selulosa bersifat

tahan terhadap hidrolisis yang disebabkan oleh adanya ikatan alkali dan ikatan eter (Judoamidjojo, dkk., 1992). Lignin tersusun atas jaringan polimer fenolik yang berfungsi merekatkan serat selulosa dan hemiselulosa sehingga menjadi sangat kuat. (Sun dan Cheng, 2002). Struktur kimia lignin mengalami perubahan di bawah kondisi suhu yang tinggi dan asam. Pada reaksi dengan temperature tinggi mengakibatkan lignin terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosa (Taherzadeh dan Karimi, 2008).

Lignin bersifat tidak larut dalam kebanyakan pelarut organik. Lignin yang melindungi selulosa bersifat tahan terhadap hidrolisis yang disebabkan oleh adanya ikatan alkali dan ikatan eter (Judoamidjojo, dkk., 1992).

Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri atas satuan-satuan glukosa yang terikat dengan ikatan  $\beta$ -1,4-glikosidik. Molekul selulosa merupakan mikrofibril dari glukosa yang terikat satu dengan lainnya membentuk rantai polimer yang sangat panjang. Hidrolisis sempurna selulosa akan menghasilkan monomer selulosa yaitu glukosa, sedangkan hidrolisis tidak sempurna akan menghasilkan disakarida dari selulosa yaitu selobiosa (Fan et al., 1982). Selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan asam atau enzim. Selanjutnya glukosa yang dihasilkan dapat difermentasi menjadi etanol.

Beberapa ciri-ciri dari struktur selulosa yang berdasarkan pada karakteristik kimia yang dimiliki adalah dapat mengembang (swelling) jika direaksikan dengan hidroksi logam alkali, garam-garam dalam larutan basa kuat dan senyawa amina. Senyawa amina yang lazim digunakan untuk mengembangkan ikatan selulosa yaitu NaOH (Irawadi, 1990).

Hemiselulosa merupakan polisakarida yang mempunyai berat molekul lebih kecil daripada selulosa. Molekul hemiselulosa lebih mudah menyerap air, bersifat plastis, dan mempunyai permukaan kontak antar molekul yang lebih luas dari selulosa (Oshima, 1965). Hemiselulosa mirip dengan selulosa yang merupakan polimer gula. Namun, berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun atas glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis

gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon lima (C-5) dan gula berkarbon enam (C-6). Hemiselulosa lebih mudah dihidrolisis daripada selulosa, tetapi gula C-5 lebih sulit difermentasi menjadi etanol daripada gula C-6. (Perez et al., 2005).

Hemiselulosa mudah disubstitusi dengan berbagai karbohidrat lain atau residu non karbohidrat. Perbedaan selulosa dengan hemiselulosa yaitu hemiselulosa mempunyai derajat polimerisasi rendah (50-200 unit) dan mudah larut dalam alkali, tetapi sukar larut dalam asam, sedangkan selulosa sebaliknya (Isroi, 2008).

## 2.2 Bioalkohol

Bioetanol adalah etanol yang dibuat dari biomass yang mengandung komponen monosakarida yang didapat dari pati atau selulosa. Etanol atau etil alkohol ( $C_2H_5OH$ ) merupakan bahan kimia organik yang mengandung oksigen yang paling eksotik karena kombinasi sifat-sifat uniknya yang dapat digunakan sebagai pelarut, germisida, minuman, bahan anti beku, bahan bakar, dan khususnya karena kemampuannya sebagai bahan kimia intermediet untuk menghasilkan bahan kimia yang lain. Etil alkohol atau yang biasa disebut dengan etanol merupakan salah satu jenis alkohol yang sering digunakan sehari-hari. Penggunaannya dapat diaplikasikan dalam bidang industri dan bidang farmasi. Selain itu etanol juga dapat dijadikan sebagai bahan bakar kendaraan.

Etanol ( $C_2H_5OH$ ) merupakan cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah menguap, mudah terbakar, larut dalam air, terurai secara biologis (biodegradable), toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yang besar bila bocor (Novia, et al.; 2011). Bioetanol dapat diproduksi dengan bahan yang mengandung lignoselulosa. Bahan lignoselulosa merupakan biomassa yang berasal dari tanaman dengan komponen utama lignin, selulosa dan hemiselulosa (Hermiati, et al.; 2010). Senyawa etanol yang diproduksi dari hasil fermentasi monosakarida yaitu glukosa (gula) menjadi etanol dengan menggunakan ragi/yeast disebut bioetanol. Kemudian proses

pemisahan bioetanol selanjutnya dengan destilasi (Khaidir, Setyaningsih D. dan Haerudin, H., 2012). Kadar bioetanol yang didapat mencapai 95% yang mana disebut dengan keadaan azeotrop. Jika ingin meningkatkan kadar tersebut dibutuhkan pemurnian lanjut yang dapat memisahkan campuran azeotrop antara bioetanol dengan air (Almodares, A. Dan Hadi, M. R., 2009).

Biobutanol ( $C_4H_9OH$ ) merupakan butanol yang dihasilkan dari biomassa. Biobutanol dipergunakan sebagai bahan bakar mengingat biobutanol merupakan hidrokarbon rantai panjang bersifat non polar. Biobutanol lebih menyerupai bensin (gasoline) dibandingkan dengan bioethanol maupun methanol. Biobutanol telah menunjukkan sebagai bahan bakar pada mesin tanpa melakukan modifikasi mesin. Biobutanol ini mempunyai sifat yang sama dengan "Petrobutanol" yaitu butanol yang bersumber dari bahan bakar fosil (fossil fuel). Biobutanol dapat dihasilkan dari biomassa dengan mempergunakan proses fermentasi. Proses fermentasi dilakukan dengan mempergunakan bakteri yaitu *Clostridium acetobutylicum*. Perbedaan proses produksi biobutanol dengan produksi bioethanol terutama pada proses fermentasinya dan sedikit berbeda pada proses distilasinya. Sedangkan bahan baku yang dipergunakan adalah sama yaitu gula bit, gula tebu, gandum jagung, gandum dan ketela pohon, tanaman non-pangan, serta produk samping pertanian seperti jerami dan batang jagung. Produksi biobutanol dari biomassa limbah (produksi samping) sektor pertanian akan lebih efisien.

Keunggulan bioetanol dibandingkan dengan bahan bakar nabati lain (biodiesel) adalah titik didihnya rendah ( $78\text{ }^{\circ}C$ ) berada pada rentang titik didih bahan bakar bensin ( $30\text{--}225\text{ }^{\circ}C$ ) (Brown, 2003); dapat dicampurkan pemakaiannya dengan bahan bakar bensin hingga 10% tanpa modifikasi mesin dan berkontribusi pada pengurangan kadar gas  $CO_2$  dan emisi lainnya (Harimurti, 2010)

Acuan standar nasional Indonesia baik untuk etanol teknis maupun untuk bioetanol terdenaturasi digunakan SNI nomor SNI DT-27- 0001-2006 dan SNI 06-3565-1994.

Tabel 2.2 Standar Nasional Indonesia Kualitas Bioetanol

No	Description	Unit, min/max	Specification
1	Etanol Content	%-v , min	99,5 (before denature added) 94 ( after+Denature added)
2	Metanol Content	mg/L, max	300
3	Water content (Moisture)	%-v , max	1 ( after+Denature )
4	Denature content	%-v , min %-v , max	2 5
5	Acidity as CH <sub>3</sub> COOH	mg/L	30
6	Ion Klorida ( Cl )	mg/L	40
7	Copper content (Cu )	mg/kg	0,1
8	Sulfur content (S)	mg/L, max	50
9	Gum	mg/100 ml , max	5
10	Phe		6,5 – 9
11	Epearance		Clear, bright natural no sedimentation partickel

Sumber : Ahmad Budi Junaidi, 2012 (SNI DT-27-0001-2006)

Tabel 2.3 Sifat Fisika dan Kimia Etanol Absolut dan Etanol Teknis

Parameter	Etanol Absolut	Etanol Teknis
Titik beku ( $^{\circ}\text{C}$ )	-112,3	-
Titik didih ( $^{\circ}\text{C}$ )	78,4	-
Spesifik graviti	0,7851	-
Indek bias	1,3633	1,3651
Densitas pada $20^{\circ}\text{C}$ (gr/ml)	0,7893	-
Viskositas pada $20^{\circ}\text{C}$ (P)	0,0122	0,0141
Tegangan permukaan (dyne/cm)	22,3	22,8
Panas spesifik	0,581	0,618
Panas evaporasi (kal/gr)	204	-
Konduktivitas elektrik pada $25^{\circ}\text{C}$ ( $\text{ohm}^{-1}/\text{cm}$ )	$1,35 \times 10^{-9}$	-

Sumber : Nadira Safitri, dkk., 2016 (SNI 06-3565-1994)

Tabel 2.4 Sifat Fisika dan Kimia Butanol

Parameter	Spesifikasi
Rumus Kimia	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$
Berat Molekul	74,123 g/mol
Titik Didih	$117^{\circ}\text{C}$
Titik Leleh	$-89,0^{\circ}\text{C}$
Temperatur Kritis	$289,9^{\circ}\text{C}$
Tekanan Kritis	44,23 Mpa
Volume Kritis	$0,275 \text{ m}^3/\text{kmol}$
Densitas	0,81 g/ml
Fase	Cair
Kelarutan dalam air 100 ml air	9 ml
Kenampakan	Jernih
Spesifik Gravity $60^{\circ}\text{F}$	0,8155
Sinonim	1-Butanol, Butil Alkohol

Sumber : Pubchem, 2019

## 2.3 Proses Pembuatan Bioalkohol

### 2.3.1 Delignifikasi

Delignifikasi adalah merupakan suatu proses pembebasan lignin dari suatu senyawa kompleks. Proses perlakuan awal dilakukan untuk mengkondisikan bahan-bahan lignoselulosa baik dari segi struktur dan ukuran dengan menghilangkan kandungan lignin, merusak struktur kristal dari selulosa serta memperluas permukaan substrat (Sun and Cheng, 2002). Delignifikasi dapat dilakukan secara fisik dan kimiawi atau kombinasi dari keduanya. Menurut Fridia (1989), proses delignifikasi merupakan perlakuan pendahuluan terhadap bahan baku untuk menurunkan kadar lignin sehingga mempermudah pelepasan hemiselulosa. Proses penggiling merupakan salah satu cara pretreatment limbah lignoselulosa. Tujuan dari penggilingan yaitu memperkecil ukuran bahan selulosa dan memecah ikatan kimia pada rantai molekul yang panjang. Proses ini tidak dapat menghilangkan lignin, tetapi akan mempermudah perlakuan selanjutnya. Perlakuan awal yang efisien harus dapat membebaskan struktur kristal dari selulosa dan memperluas daerah amorf serta membebaskan dari kadar lignin. Bahan lignoselulosa yang telah mendapatkan perlakuan awal akan mengalami penyusutan kadar lignin dan meningkatkan kandungan selulosa. Perlakuan awal dapat dilakukan secara fisik dan kimiawi atau kombinasi dari keduanya. Perlakuan awal lebih efektif dilakukan dengan mengkombinasikan antara perlakuan fisik dan kimia (Foody et al., 1999). Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi pelarutan lignin, selulosa dan hemiselulosa yaitu suhu, tekanan, dan konsentrasi larutan pemasak. Selulosa tidak akan rusak saat proses pelarutan lignin jika konsentrasi larutan pemasak yang digunakan rendah dan suhu yang digunakan tidak sesuai.

### 2.3.2 Hidrolisis

Hidrolisis adalah reaksi kimia yang memecah molekul air ( $H_2O$ ) menjadi kation hidrogen ( $H^+$ ) dan anion hidroksida ( $OH^-$ ) melalui suatu proses kimia. Hidrolisis adalah reaksi kimia yang memecah molekul air

(H<sub>2</sub>O) menjadi kation hidrogen (H<sup>+</sup>) dan anion hidroksida (OH<sup>-</sup>) melalui suatu proses kimia. Hidrolisis adalah salah satu tahapan dalam pembuatan alkohol berbahan baku limbah lignoselulosa. Hidrolisis bertujuan untuk memecah selulosa dan hemiselulosa menjadi monosakarida (glukosa & xylosa) yang selanjutnya akan difermentasi menjadi alkohol. Secara umum teknik hidrolisis dibagi menjadi dua, yaitu: hidrolisis berbasis asam dan hidrolisis dengan enzim. Hidrolisis sempurna selulosa menghasilkan glukosa, sedangkan hemiselulosa menghasilkan beberapa monomer gula pentose (C<sub>5</sub>) dan heksosa (C<sub>6</sub>).

Proses hidrolisis bahan lignoselulosa secara asam telah dilakukan sejak awal abad 20. Proses hidrolisis asam dapat dikatakan sederhana dan langsung diketahui hasilnya, namun memiliki beberapa kekurangan. Proses hidrolisis asam sering menghasilkan produk campuran glukosa, selobiosa, dan produk hidrolisis hemiselulosa, serta degradasi produk dari pemecahan monomer gula menjadi aldehid dan keton. Rendemen glukosa yang tinggi dapat dihasilkan dari hidrolisis asam bila dicapai kondisi yang optimum.

Pada metode hidrolisis asam, limbah lignoselulosa dipaparkan dengan asam pada suhu dan tekanan tertentu selama waktu tertentu. Proses hidrolisis asam menghasilkan monomer gula dari polimer selulosa dan hemiselulosa. Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat, asam perklorat, dan asam klorida. Hidrolisis asam pekat merupakan teknik yang sudah dikembangkan cukup lama. Braconnot di tahun 1819 pertama kali menemukan bahwa selulosa dapat dikonversi menjadi gula (Taherzadeh & Karimi, 2007). Hidrolisis asam pekat menghasilkan gula yang tinggi (90% dari hasil teoritik) dibandingkan dengan hidrolisis asam encer, dan dengan demikian akan menghasilkan alkohol yang lebih tinggi (Hamelinck, Hooijdonk, & Faaij, 2005).

Hidrolisis asam encer juga dikenal dengan hidrolisis asam dua tahap (two stage acid hydrolysis) dan merupakan metode hidrolisis yang

banyak dikembangkan dan diteliti saat ini. Hidrolisis asam encer pertama kali dipatenkan oleh H.K. Moore pada tahun 1919. Kelemahan dari hidrolisis asam encer adalah degradasi gula yang dihasilkan melalui proses hidrolisis dan pembentukan produk samping yang tidak diinginkan. Degradasi gula dan produk samping ini tidak hanya akan mengurangi hasil panen gula, tetapi produk samping juga dapat menghambat pembentukan alkohol pada tahap fermentasi selanjutnya (Tahezadeh & Karimi, 2007).

Jika hidrolisis dilakukan dengan menggunakan asam pekat akan mempercepat proses hidrolisis tetapi akan menurunkan hasil hidrolisis karena glukosa mudah sekali diuraikan. Sedangkan jika menggunakan asam encer proses hidrolisis akan berlangsung lambat karena adanya daya tahan dari kristal selulosa, tetapi dapat mengurangi penguraian glukosa oleh asam.

Berdasarkan penelitian Ashadi (1988), kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis dipengaruhi oleh konsentrasi asam dan lama waktu hidrolisis. Peningkatan konsentrasi asam yang digunakan akan menurunkan glukosa yang dihasilkan karena glukosa yang terbentuk akan terdegradasi lebih lanjut. Menurut Grethlein (1984), pada hidrolisis dengan menggunakan asam pada konsentrasi tinggi, gula yang dihasilkan akan diubah menjadi senyawa-senyawa furfural yang akan menghambat proses fermentasi.

Lama waktu hidrolisis mempengaruhi proses degradasi selulosa menjadi glukosa dan juga mempengaruhi degradasi glukosa sebagai produk. Waktu hidrolisis yang melebihi waktu optimum akan mendegradasi glukosa menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana yang biasanya bersifat racun terhadap mikroorganisme (Grethlein, 1984).

Aplikasi hidrolisis menggunakan enzim secara sederhana dilakukan dengan mengganti tahap hidrolisis asam dengan tahap hidrolisis enzim. Hidrolisis enzimatik memiliki beberapa keuntungan dibandingkan

hidrolisis asam, antara lain tidak terjadi degradasi gula hasil hidrolisis, kondisi proses yang lebih lunak (suhu rendah, pH netral), berpotensi memberikan hasil yang tinggi, dan biaya pemeliharaan peralatan relatif rendah karena tidak ada bahan yang korosif (Tahezadeh & Karimi, 2007). Beberapa kelemahan dari hidrolisis enzimatis antara lain adalah membutuhkan waktu yang lebih lama, dan kerja enzim dihambat oleh produk. Selain itu, enzim bekerja secara spesifik dan tidak bisa menembus lignin yang mengikat selulosa dan hemiselulosa. Sehingga sebelum dihidrolisis secara enzimatis, limbah lignoselulosik harus mengalami proses penghilangan lignin atau biasa disebut delignifikasi. Harga enzim yang relatif lebih mahal dibandingkan asam juga menjadi kerugian penggunaan hidrolisis enzimatis (Palonen, 2004).

Proses hidrolisis ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya

1. pH (derajat keasaman)

pH mempengaruhi proses hidrolisis sehingga dapat dihasilkan hidrolisis yang sesuai dengan yang diinginkan. pH yang baik untuk proses hidrolisis adalah 4,5-6,5 (Kulp, 1969).

2. Suhu

Suhu juga mempengaruhi proses kecepatan reaksi hidrolisis. Suhu yang baik untuk hidrolisis selulosa adalah sekitar 120 °C.

3. Konsentrasi

Konsentrasi mempengaruhi laju reaksi hidrolisis. Untuk hidrolisis asam digunakan konsentrasi HCl pekat atau H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat (Groggins,1985).

4. Tekanan

Tekanan sangat berpengaruh terhadap proses hidrolisis. Tekanan yang digunakan saat proses hidrolisis yaitu 1 atm (Fachry et al. 2013).

Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam perklorat, dan HCl. Asam sulfat merupakan asam yang paling banyak diteliti dan dimanfaatkan untuk hidrolisis asam (Tahezadeh and Karimi, 2008). Rambat, dkk., 2015 menerangkan bahwa pada proses hidrolisis asam kulit kakao memperoleh hasil optimum dengan menggunakan  $H_2SO_4$  2 % pada suhu  $120\text{ }^{\circ}C$  selama 30 menit dengan persentase asam laktat 13,27 g/l. Lailan Ni'mah, dkk., 2015 menerangkan bahwa pada proses hidrolisis asam serat kelapa sawit memperoleh hasil optimum dengan menggunakan  $H_2SO_4$  2 % pada suhu  $120\text{ }^{\circ}C$  selama 2 jam dengan persentase kadar etanolnya 7,03% dan kandungan gulanya sebesar 9,69%. Nina Haryani, dkk., 2015 menerangkan bahwa Pengaruh Konsentrasi Asam Dan Waktu Hidrolisis Pada Pembentukan Bioetanol Dari Daun Nanas dengan menggunakan asam sulfat 2% dan waktu hidrolisis 120 menit yang menghasilkan 7,3896% glukosa dan 6,2444% etanol.

#### 2.4 Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS)

GCMS merupakan metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua metode analisis senyawa yaitu kromatografi gas (GC) untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif dan spektrometri massa (MS) untuk menganalisis struktur molekul senyawa analit.

GC merupakan salah satu teknik kromatografi yang hanya dapat digunakan untuk mendeteksi senyawasenyawa yang mudah menguap. Kriteria menguap adalah dapat menguap pada kondisi vakum tinggi dan tekanan rendah serta dapat dipanaskan (Drozd, 1985).

Spektroskopi massa adalah suatu metode untuk mendapatkan berat molekul dengan cara mencari perbandingan massa terhadap muatan dari ion yang muatannya diketahui dengan mengukur jari-jari orbit melingkarnya dalam medan magnetik seragam.

Penggunaan kromatografi gas dapat dipadukan dengan spektroskopi massa. Paduan keduanya dapat menghasilkan data yang lebih akurat dalam pengidentifikasian senyawa yang dilengkapi dengan struktur molekulnya.

Kromatografi gas ini juga mirip dengan distilasi fraksional, karena kedua proses memisahkan komponen dari campuran terutama berdasarkan pada perbedaan titik didih (atau tekanan uap). Namun, distilasi fraksional biasanya digunakan untuk memisahkan komponen-komponen dari campuran pada skala besar, sedangkan GC dapat digunakan pada skala yang lebih kecil (yaitu mikro)(Pavia:2006).

#### 2.4.1 Prinsip Kerja Gas Cromatografy Mass Spectrometry (GCMS)

##### 1. Kromatografi Gas (Gas Chromatography)

Kromatografi gas (GC) merupakan jenis kromatografi yang digunakan dalam kimia organik untuk pemisahan dan analisis. GC dapat digunakan untuk menguji kemurnian dari bahan tertentu, atau memisahkan berbagai komponen dari campuran. Dalam beberapa situasi, GC dapat membantu dalam mengidentifikasi sebuah senyawa kompleks.

Dalam kromatografi gas, fase yang bergerak (atau "mobile phase") adalah sebuah operator gas, yang biasanya gas murni seperti helium atau yang tidak reactive seperti gas nitrogen. Stationary atau fasa diam merupakan tahap mikroskopis lapisan cair atau polimer yang mendukung gas murni, di dalam bagian dari sistem pipa-pipa kaca atau logam yang disebut kolom. Instrumen yang digunakan untuk melakukan kromatografi gas disebut gas chromatograph (atau "aerograph", "gas pemisah").

##### 2. Spektroskopi Massa (Mass Spectrometry)

Umumnya spektrum massa diperoleh dengan mengubah senyawa suatu sample menjadi ion-ion yang bergerak cepat yang dipisahkan berdasarkan perbandingan massa terhadap muatan.

Spektroskopi massa mampu menghasilkan berkas ion dari suatu zat uji, memilah ion tersebut menjadi spektum yang sesuai dengan perbandingan massa terhadap muatan dan merekam kelimpahan relatif tiap jenis ion yang ada. Umumnya hanya ion positif yang dipelajari karena ion negative yang dihasilkan dari sumber tumbukan umumnya sedikit.

### 3. Kombinasi GC-MS

Saat GC dikombinasikan dengan MS, akan didapatkan sebuah metode analisis yang sangat bagus. Peneliti dapat menganalisis larutan organik, memasukkannya ke dalam instrumen, memisahkannya menjadi komponen tinggal dan langsung mengidentifikasi larutan tersebut. Selanjutnya, peneliti dapat menghitung analisa kuantitatif dari masing-masing komponen. Pada Gambar 4, sumbu z menyatakan kelimpahan senyawa, sumbu x menyatakan spektrum kromatografi, dan sumbu y menyatakan spektrum spektroskopi massa. Untuk menghitung masing-masing metode dapat divisualisasikan ke dalam grafik dua dimensi.

### 4. Metode Analisis Cromatografy Mass Spectrometry (GC-MS)

Pada metode analisis GCMS (Gas Cromatografy Mass Spektroskopy) adalah dengan membaca spektra yang terdapat pada kedua metode yang digabung tersebut. Pada spektra GC jika terdapat bahwa dari sampel mengandung banyak senyawa, yaitu terlihat dari banyaknya puncak (peak) dalam spektra GC tersebut. Berdasarkan data waktu retensi yang sudah diketahui dari literatur, bisa diketahui senyawa apa saja yang ada dalam sampel.

Selanjutnya adalah dengan memasukkan senyawa yang diduga tersebut ke dalam instrumen spektroskopi massa. Hal ini dapat dilakukan karena salah satu kegunaan dari kromatografi gas adalah untuk memisahkan senyawa-senyawa dari suatu sampel. Setelah itu, didapat hasil dari spektra spektroskopi massa pada grafik yang berbeda.

Informasi yang diperoleh dari kedua teknik ini yang digabung dalam instrumen GC/MS adalah tak lain hasil dari masing-masing spektra. Untuk spektra GC, informasi terpenting yang didapat adalah waktu retensi untuk tiap-tiap senyawa dalam sampel. Sedangkan untuk spektra MS, bisa diperoleh informasi mengenai massa molekul relatif dari senyawa sampel tersebut.

#### 2.4.2 Tahap-tahap suatu rancangan penelitian GC-MS:

1. Sample preparation
2. Derivatisation
3. Injeksi

Menginjeksikan campuran larutan ke kolom GC lewat heated injection port. GC/MS kurang cocok untuk analisa senyawa labil pada suhu tinggi karena akan terdekomposisi pada awal pemisahan.

4. GC separation

Campuran dibawa gas pembawa (biasanya Helium) dengan laju alir tertentu melewati kolom GC yang dipanaskan dalam pemanas. Kolom GC memiliki cairan pelapis (fasa diam) yang inert.

5. MS detector

Aspek kualitatif : lebih dari 275.000 spektra massa dari senyawa yang tidak diketahui dapat teridentifikasi dengan referensi komputerisasi.

Aspek kuantitatif : dengan membandingkan kurva standar dari senyawa yang diketahui dapat diketahui kuantitas dari senyawa yang tidak diketahui.

6. Scanning

Spektra massa dicatat secara reguler dalam interval 0,5-1 detik selama pemisahan GC dan disimpan dalam sistem instrumen data untuk digunakan dalam analisis. Spektra massa berupa fingerprint ini dapat dibandingkan dengan acuan.

## 2.5 Gas Chromatography – Flame Ionization Detector (GC-FID)

Gas Chromatography – Flame Ionization Detector atau GC-FID adalah teknik analitis sangat umum yang digunakan secara luas pada pasar petrokimia, farmasi, dan gas alam.

FID biasanya menggunakan api Hidrogen/Udara yang dilewati sampel untuk mengoksidasi molekul organik dan menghasilkan partikel bermuatan listrik (ion). Ion dikumpulkan dan menghasilkan sinyal listrik yang kemudian diukur.

Sebagaimana pada teknik GC lainnya, gas pembawa harus memiliki tingkat pengotor Air dan Oksigen yang rendah, karena Air dan Oksigen dapat berinteraksi dengan fase stasioner dan menimbulkan masalah besar seperti noise baseline dan bleed di kolom dalam kromatogram gas keluaran, yang menurunkan kepekaan penganalisis dan menurunkan masa pakai kolom. FID juga sangat sensitif terhadap pengotor Hidrokarbon dalam pasokan Hidrogen dan Udara untuk api. Kotoran Hidrokarbon dapat menyebabkan peningkatan baseline noise dan mengurangi sensitivitas detektor.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

##### 1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan, bulan Desember hingga Februari 2019.

##### 2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium teknik kimia fakultas teknik universitas bosowa makassar dan laboratorium instrumen politeknik negeri ujung pandang.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

##### Alat :

1. Timbangan Digital
2. Kertas saring
3. Lumpang dan alu
4. Ayakan 40 mesh
5. Magnetic stritter
6. Thermometer
7. pH indikator
8. GC-MS
9. GC-FID

##### Bahan :

1. Kulit Kakao
2. KOH
3. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
4. Aquades

### 3.3 Metode Penelitian

#### 1. Persiapan Bahan

- a. Cuci bersih kulit buah kakao. Kemudian potong kecil-kecil hingga ukuran 0,5-1 cm.
- b. Jemur kulit buah kakao yang sudah dipotong-potong dibawah sinar matahari sampai kering.
- c. Haluskan kulit buah kakao dengan ukuran 40 mesh.

#### 2. Delignifikasi

- a. Sebanyak 50 gram serbuk bahan (sampel) ditambahkan 500 mL larutan KOH dengan konsentrasi 2 %. Perbandingan rasio (w/v) kulit kakao : KOH = 1 : 10. Kemudian campuran ini dipanaskan selama 1 jam pada suhu 100 °C. Setelah proses selesai, hasil yang diperoleh disaring dan dicuci dengan aquadest hingga pH netral (dites dengan pH indikator). Kemudian keringkan sampel dibawah sinar matahari selama 1 hari. Ulangi untuk konsentrasi KOH 4 %, 6 %, 8 %, dan 10 %.

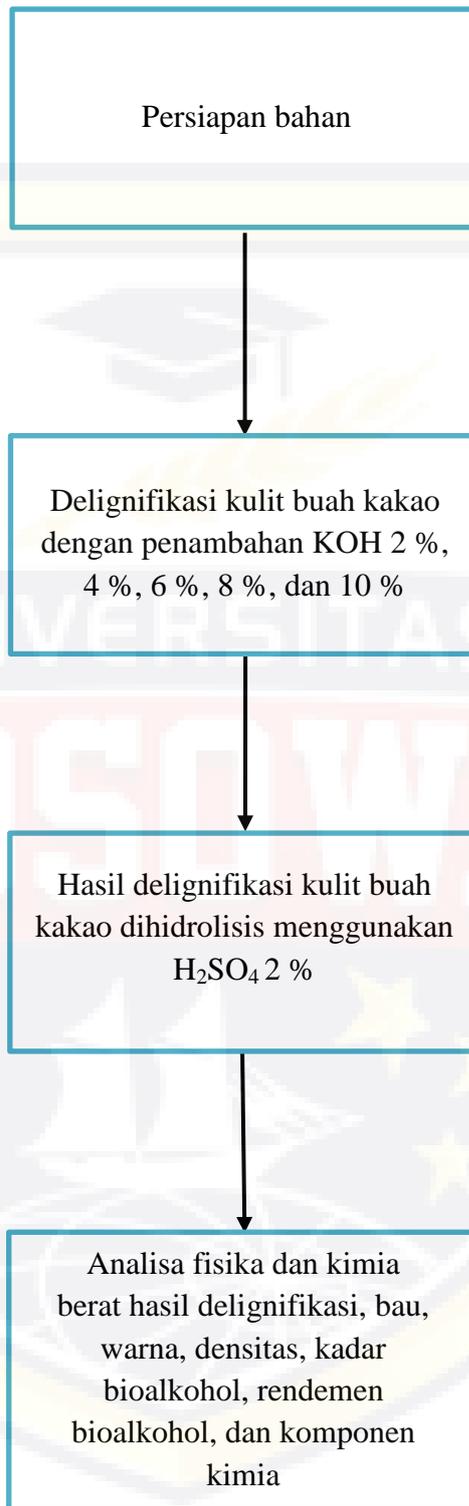
#### 3. Hidrolisis

- a. Masukkan sampel delignifikasi KOH 2 % sebanyak 25 gram dengan 250 mL larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 % dengan perbandingan 1:10. Campuran kemudian dipanaskan sambil diaduk dengan kecepatan tinggi pada suhu 120 °C selama 30 menit. Kemudian sampel didinginkan, lalu di saring dengan menggunakan kertas filter. Kemudian ulangi untuk sampel delignifikasi KOH 4 %, 6 %, 8 %, dan 10 %.

#### 4. Analisis Fisika dan Kimia

- a. Analisis warna dengan melihat secara langsung pada sampel
- b. Analisis bau dengan mencium aroma dari sampel.
- c. Analisis kelarutan dengan menambahkan air 2 ml dan bioalkohol 2 ml ke dalam tabung reaksi dengan perbandingan 1:1.
- d. Analisis massa dilakukan dengan ditimbang dan density diketahui dengan menggunakan rumus  $\rho = \frac{m}{v}$ .
- e. Analisis komponen kimia bioalkohol menggunakan GC-MS.
- f. Analisis kadar bioalkohol menggunakan GC-FID.

### 3.4 Diagram Alir



## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Delignifikasi

Delignifikasi kulit buah kakao dilakukan dengan penambahan katalis KOH pada setiap sampel, kemudian sampel ditimbang sebelum delignifikasi dan sesudah delignifikasi. Dimana sampel didelignifikasi menggunakan KOH bervariasi dari 2 %, 4 %, 6 %, 8 %, dan 10 %.

Tabel 4.1 Delignifikasi Kulit Buah Kakao

Sampel	Berat Sebelum Delignifikasi	Berat Sesudah Delignifikasi	Delignifikasi	Persentase Delignifikasi (%)
2 %	50,00 gram	28,87 gram	21,13 gram	42,26
4 %	50,00 gram	29,73 gram	20,27 gram	40,54
6 %	50,00 gram	30,12 gram	19,88 gram	39,76
8 %	50,00 gram	30,78 gram	19,22 gram	38,44
10 %	50,00 gram	30,94 gram	19,06 gram	38,12



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Delignifikasi

Dari tabel 4.1 dapat dilihat bahwa setelah dilakukan delignifikasi sampel KOH 10 % mengalami penurunan terendah sebesar 19,06 gram dan penurunan tertinggi pada KOH 2 % sebesar 21,13 gram. Hasil yang diperoleh

yaitu berkurangnya berat sampel. Hal ini dikarenakan kandungan lignin yang terdapat pada kulit buah kakao telah hilang dan lepas sehingga didapatkan sampel selulosa yang akan digunakan untuk proses hidrolisis. Berkurangnya berat sampel karena larutnya lignin dalam larutan (Ellyta Sari, dkk., 2015). Temuan serupa pada konsentrasi 2 % alkali (NaOH) dijelaskan penelitian sebelumnya, di mana 79 % dari penghapusan lignin dicapai (Kataria dan Ghosh 2014). Konsentrasi KOH 2 % hanya menghasilkan delignifikasi sebesar 42,26 % dibandingkan NaOH 2 % sebesar 79 %. Proses pretreatment dengan menggunakan larutan alkali (NaOH) mampu melarutkan komponen lignin dan sebagian komponen hemiselulosa serta menaikkan aksesibilitas pada permukaan lignoselulosa sehingga dapat meningkatkan jumlah kadar selulosa (Burhani et al. 2017).

#### 4.2 Kadar Bioalkohol

Dari hasil GC-FID yang kemudian dikalikan dengan berat sampel sebelum hidrolisis dapat diketahui perbedaan kadar bioalkohol dari delignifikasi menggunakan KOH 2 %, 4 %, 6 %, 8 %, dan 10 % . Berikut tabel kadar bioalkohol dari delignifikasi menggunakan KOH 2 %, 4 %, 6 %, 8%, dan 10 %.

Penentuan kadar bioalkohol :

$$\text{Kadar Bioalkohol} = \text{KBG} \times \text{BSH}$$

Tabel 4.2 Kadar Etanol dan Butanol

Sampel	Etanol	Butanol
2 %	0,000375 gram	-
4 %	-	0,001425 gram
6 %	-	0,00325 gram
8 %	-	0,00825 gram
10 %	-	0.01625 gram

Dari tabel 4.2 diperoleh hasil pada sampel delignifikasi menggunakan KOH 2 % hanya ditemukan etanol sebesar 0,000375 gram. Pada delignifikasi menggunakan KOH 4 % - 10 % hanya mengandung butanol. Hal ini

disebabkan karena konsentrasi optimum dari KOH itu sendiri pada saat delignifikasi. Dimana konsentrasi optimum untuk menghasilkan etanol pada delignifikasi menggunakan KOH 2 % dan delignifikasi menggunakan KOH > 2 % menghasilkan butanol. Pada saat delignifikasi suhu yang digunakan 120 °C selama 1 jam dan dilanjutkan hidrolisis asam suhu 100 °C selama 30 menit, dimana sifat etanol mudah menguap dibandingkan dengan butanol, sehingga pada sampel delignifikasi menggunakan KOH 4 %, 6%, 8 %, dan 10 % tidak ada etanol.

#### 4.3 Rendemen Bioalkohol

Penentuan rendemen bioalkohol dilakukan dengan kadar bioalkohol dibagi berat kulit buah kakao sebelum delignifikasi dikali 100 %.

Penentuan rendemen bioalkohol :

$$\text{Rendemen Bioalkohol} = \frac{\text{KB}}{\text{BSD}} \times 100 \%$$

Tabel 4.3 Rendemen Bioalkohol

Sampel	Etanol	Butanol
2 %	0,00075 %	-
4 %	-	0,00285 %
6 %	-	0,0065 %
8 %	-	0,0165 %
10 %	-	0,0325 %

Dari tabel 4.3 diperoleh hasil rendemen kadar etanol pada sampel delignifikasi menggunakan KOH 2 % sebesar 0,00075 % (b/b) dan rendemen butanol tertinggi pada delignifikasi menggunakan KOH 10 % sebesar 0,0325 % (b/b). Dimana delignifikasi KOH ≤ 2 % menghasilkan etanol dan delignifikasi menggunakan KOH > 2 % menghasilkan butanol.

#### 4.4 Kelarutan dalam air

Uji kelarutan dalam air dilakukan dengan memipet 2 ml bioalkohol dan 2 ml air, kemudian dicampur dalam tabung reaksi.

Tabel 4.4 Kelarutan Dalam Air

Sampel	Kelarutan
2 %	Larut
4 %	Larut
6 %	Larut
8 %	Larut
10 %	Larut

Dari tabel 4.4 diperoleh bioalkohol hasil hidrolisis sampel delignifikasi menggunakan KOH 2 % - 10 % yang dicampur dengan air dapat larut dalam air. Dimana sifat fisik bioalkohol itu sendiri dapat larut sempurna dalam air. Alkohol berbobot molekul rendah larut dalam air. Kelarutan dalam air ini langsung disebabkan oleh ikatan hidrogen antara alkohol dengan air. Kelarutan alkohol dalam air menurun bila berat molekul alkohol bertambah. Makin bertambah jumlah atom karbon berarti alkohol mempunyai karakter lebih bersifat hidrokarbon daripada sifat gugus -OH. Sebaliknya, alkohol yang memiliki berat molekul kecil tidak larut dalam pelarut hidrokarbon. Bioalkohol larut dalam air karena etanol dan butanol yang dihasilkan masih rendah.

#### 4.5 Warna

Pengujian warna bioalkohol dilakukan dengan mengamati secara langsung hasil dari hidrolisis.

Tabel 4.5 Warna

Sampel	Warna Sebelum Hidrolisis	Warna Sesudah Hidrolisis
2 %	Coklat Muda	Kuning keemasan
4 %	Coklat Muda	Kuning keemasan
6 %	Coklat Muda	Kuning keemasan
8 %	Coklat Muda	Kuning keemasan
10 %	Coklat Muda	Kuning keemasan

Dari tabel 4.5 diperoleh hasil perubahan warna pada sampel delignifikasi menggunakan KOH 2 % - 10 % dari warna coklat muda menjadi warna kuning keemasan. Dimana warna sampel berwarna kuning karena warna dari kulit buah kakao itu sendiri. Warna kulit buah kakao juga tidak berwarna pekat karena bioalkohol yang dihasilkan rendah. Selain bioalkohol, ada zat-zat yang lain terkandung didalam hasil hidrolisis yang menyebabkan warna kuning.

#### 4.6 Bau

Pengujian bau dilakukan dengan membaui bioalkohol hasil hidrolisis.

Tabel 4.6 Bau Bioalkohol

Sampel	Bau
2 %	Seperti Teh Hitam
4 %	Seperti Teh Hitam
6 %	Seperti Teh Hitam
8 %	Seperti Teh Hitam
10 %	Seperti Teh Hitam

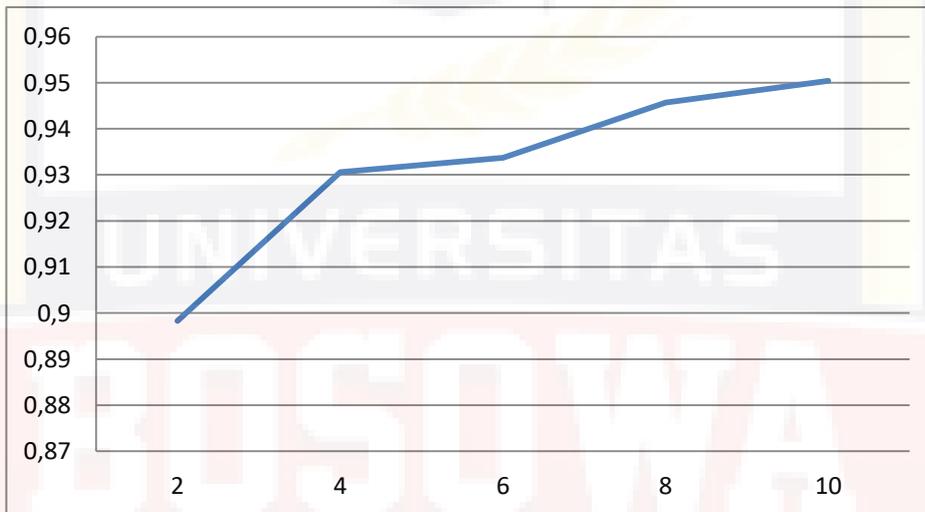
Dari tabel 4.6 diperoleh bioalkohol hasil hidrolisis asam kulit buah kakao pada suhu 100 °C selama 30 menit, sampel delignifikasi menggunakan KOH 2 % - 10 % memiliki bau seperti teh hitam. Hal ini disebabkan karena bioalkohol yang dihasilkan belum murni sehingga dalam bioalkohol masih banyak zat-zat lain didalamnya. Bioalkohol yang dihasilkan juga dalam kadar kecil. Dimana produk utamanya adalah asam lemak dan bioalkohol sebagai produk samping.

#### 4.7 Densitas

Penentuan nilai densitas dilakukan dengan menimbang sampel hasil hidrolisis, dimana volume yang digunakan adalah 100 ml.

Tabel 4.7 Densitas Bioalkohol

Sampel	Massa (Gram)	Volume (ml)	Densitas (gram/ml)
2 %	89,83	100	0,8983
4 %	93,06	100	0,9306
6 %	93,37	100	0,9337
8 %	94,57	100	0,9457
10 %	95,04	100	0,9504



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Konsentrasi KOH Terhadap Densitas Bioalkohol

Dari tabel 4.7 diperoleh hasil densitas bioalkohol terendah ada pada sampel delignifikasi menggunakan KOH 2 % sebesar 0,8983 gram/ ml dan densitas tertinggi pada sampel delignifikasi menggunakan KOH 10 % sebesar 0,9504 gram/ml. Densitas diatas termasuk densitas yang tinggi dikarenakan densitas etanol murni sebesar 0,7893 g/cm<sup>3</sup> dan butanol murni sebesar 0,81 g/cm<sup>3</sup>. Semakin tinggi konsentrasi KOH maka semakin tinggi densitasnya. Dimana bioalkohol ini masih terdapat zat-zat kimia lainnya.

#### 4.8 Komponen Kimia

Selain bioalkohol yang dihasilkan, ada komponen kimia lainnya. Dari hasil GC-MS yang dilakukan dapat diketahui perbedaan menyusun komponen dalam sampel delignifikasi menggunakan KOH 4 % dan sampel delignifikasi

menggunakan KOH 10 %. Berikut tabel komponen pada bioalkohol sampel delignifikasi menggunakan KOH 4 % dan delignifikasi menggunakan KOH 10 %.

Tabel 4.8 Hasil GC-MS Delignifikasi Menggunakan KOH 4 %

Nama	Nama Lain	Area (%)	Rendemen (%)
Metil tetradekanoat	Tetradecanoic Acid, Methyl Ester	0,51	0,255
Metil heksadekanoat	Hexadecanoic acid, methyl ester	0,67	0,335
Asam linoleat	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	68,67	34,335
Asam stearat	Octadecanoic acid	8,93	4,465
Asam linoleat	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	3,18	1,59
Asam linoleat	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	0,59	0,295
Palmitoil klorida	Palmitoyl chloride	0,35	0,175
Gliserol monolinoleat	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, 2,3-dihydroxypropyl ester	0,83	0,415
Anhidrida oleat	Oleic anhydride	0,51	0,255
Cycloartenol	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3.beta.)-	4,64	2,32
Cycloartenol	9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3.beta.)-	2,70	1,35
12- Hydroxyoleanan-3-yl asetat	Acetic acid, 13-hydroxy-4,4,6a,6b,8a,11,11,14b-octamethyldocosahdropicen-3-yl ester	0,22	0,11
Isomultiflorenone	D:C-Friedoolean-8-en-3-one	0,56	0,28
Gliseril trili	Trilinolein	1,19	0,595
	13,27-Cycloursan-3-one	0,95	0,475
	1H-Indole-3-Acetic acid	0,83	0,415
	1,1-Dichloro-2,2,3,3-Tetramethylcyclopropane#	1,68	0,84
	l-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate	1,40	0,7
	2,4,7,14-Tetramethyl-4-vinyl-tricyclo[5.4.3.0(1,8)]tetradecan-6-ol	0,46	0,23
	Betulin	1,08	0,54
Jumlah (%)		100	

Tabel 4.9 Hasil GC-MS Delignifikasi Menggunakan KOH 10 %

Nama	Nama Lain	Area (%)	Rendemen (%)
1,4-Dideuterobutane	Butane-1,4-D2	53,55	26,775
	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-	18,50	9,25
	14 4,7-Methanoazulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.)]-	6,81	3,405
	(1,3-Dimethyl-2,4,6-Trioxo-2,3,4,5,6,7-Hexahydro-1H-Pyrrolo[2,3-D]Pyrimidin-5-Yl)-Acetic Acid	10,73	5,365
	Tricyclo[20.8.0.0E7,16]Triacontan, 1(22),7(16)-Diepoxy-	10,42	5,21
Jumlah (%)		100	

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa komponen utama penyusun bioalkohol dari delignifikasi menggunakan KOH 4 % berupa asam linoleat sebanyak 68,67 %, asam stearat sebanyak 8,93 % dan cycloartenol sebesar 4,64 % . Hal ini berbeda dengan bioalkohol dari delignifikasi menggunakan KOH 10 % dimana komponen utama 1,4-Dideuterobutane sebesar 53,55 %. Perbedaan komposisi pada bioalkohol dari delignifikasi menggunakan KOH 4 % dengan delignifikasi menggunakan KOH 10 % diakibatkan karena konsentrasi KOH yang semakin meningkat. Perubahan komponen kimia bioalkohol dikarenakan pada konsentrasi 10 % masih ada lignin yang ikut pada saat hidrolisis. Asam linoleat adalah asam lemak tidak jenuh rantai panjang yang tergolong asam lemak esensial. Menurut Murhadi et al (2009), asam linoleat bermanfaat bagi tubuh manusia dalam menjaga kesehatan terutama pada anak-anak yang sedang dalam masa pertumbuhan. Asam

linoleat bermanfaat dalam mengatur tekanan darah serta fungsi tubuh lainnya (Ann, 2006). Defisiensi asam linoleat dapat menyebabkan dermatitis, kemampuan reproduksi menurun, gangguan pertumbuhan, degenerasi hati, dan rentan terhadap infeksi (Iskandar, 2009: 3). Asam stearat umumnya digunakan dalam sediaan oral dan topikal. Dalam sediaan topikal asam stearat digunakan sebagai emulgator atau sebagai pelarut dengan konsentrasi 1-20%. Dalam sediaan krim biasanya dikombinasi dengan trietanolamin (Rowe, 2009:697).



## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian dapat disimpulkan :

##### 1. Delignifikasi

Semakin tinggi konsentrasi KOH maka semakin rendah penurunan lignin pada kulit buah kakao. Ditandai dengan penurunan berat sampel.

##### 2. Karakteristik Fisik dan Kimia

- a. Delignifikasi menggunakan KOH  $\leq 2$  % menghasilkan etanol dan delignifikasi menggunakan KOH  $> 2$  % menghasilkan butanol.
- b. Bioalkohol dari delignifikasi menggunakan KOH 2 % - 10 % masih larut dalam air.
- c. Bioalkohol dari delignifikasi menggunakan KOH 2 % - 10 % menghasilkan warna kuning keemasan.
- d. Bioalkohol dari delignifikasi menggunakan KOH 2 % - 10 % menghasilkan bau seperti teh hitam.
- e. Semakin tinggi konsentrasi KOH maka semakin tinggi densitas bioalkohol.
- f. Semakin tinggi konsentrasi KOH menyebabkan perubahan komponen kimia bioalkohol dari kulit buah kakao.
- g. Delignifikasi menggunakan KOH 4 % menghasilkan asam linoleat sebesar 34,335 % dan delignifikasi menggunakan KOH 10 % menghasilkan butana sebesar 26,775 %.

#### 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian bioalkohol untuk konsentrasi KOH yang lebih tinggi pada proses delignifikasi.
2. Perlu dilakukan penelitian bioalkohol dengan suhu dan waktu yang bervariasi para proses delignifikasi.
3. Perlu dilakukan penelitian bioalkohol dengan suhu dan waktu yang bervariasi para proses hidrolisis asam.

4. Perlu dilakukan penelitian bioalkohol dengan konsentrasi asam yang bervariasi.
5. Perlu dilakukan pemurnian bioalkohol.
6. Perlu dilakukan penelitian asam linoleat. Asam linoleat berfungsi menjaga kesehatan terutama pada anak-anak yang dalam masa pertumbuhan dan mengatur tekanan darah.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D., Nurhatika, S., dan Muhibuddin, A. 2015. Efektivitas Penggunaan Bioetanol dari Limbah Padat Alang-Alang (*Imperata cylindrica*(L) Beauv.) terhadap Lama Pembakaran Kompor Bioetanol. *Jurnal Sains Dan Seni ITS Vol. 4, No.1,2337-3520 (2301-928X Print)*.
- Ashadi, R.W. 1988. *Pembuatan Gula Cair dari Pod Coklat dengan Menggunakan Asam Sulfat, Enzim, serta Kombinasi Keduanya*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Departemen Jenderal Perkebunan. 2015-2017. *Statistik Perkebunan Indonesia Cacao*. Jakarta : BPS
- Drozd, J., 1985. Chemical Derivatization in Gas Chromatography. *Journal Chromatography Library*.
- Eleny Sania Putri, dan Supartono. 2015. *Pemanfaatan Limbah Tandan Kelapa Untuk Pembuatan Bioetanol Melalui Proses Hidrolisis Dan Fermentasi*. Universitas Negeri Semarang.
- Grethlein, H. E. 1984. *Pretreatment for Enhanced Hydrolysis of Cellulosic Biomass*. *Biotechnology Advances* 2(1), 43-62.
- Harimurti, N. 2010. Potensi Limbah Kulit Kakao (*Theobroma Cacao* L) Sebagai Bahan Baku Bioetanol Generasi II. *Prosiding Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Perhimpunan Teknik Pertanian, Serpong*.
- Hermiati, E., D. Mangunwidjaja., T.C. Sunarti., O. Suparno, & B. Prasetya. 2010. Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4).
- Hossain, A.B.M.S. and A.N. Boyce. 2009. *Biodiesel production from waste sunflower cooking oil as an environmental recycling process and renewable energy*. *Bulgarian Jo*.

- Mahreni. 2012. *Aplikasi dan Peranan Pelarut Ramah Lingkungan (Room Temperature Ionic Liquid, RTIL) dalam Proses Konversi Lignoselulosa*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Nina Haryani, Novia, Viesta Listuyeri Syarif, Soraya Rizky Ananda. 2015. *Pengaruh Konsentrasi Asam Dan Waktu Hidrolisis Pada Pembentukan Bioetanol Dari Daun Nanas*. Universitas Sriwijaya.
- Novia, M. Faizal, M.F. Ariko, & D.H. Yogamina. 2011. Hidrolisis Enzimatik Dan Fermentasi TKKS yang didelignifikasi dengan Asam Sulfat dan NaOH untuk Produksi Etanol. *Prosiding Seminar Nasional AvoER ke-3*. 451-462.
- Perez, J. et al. 2005. *Biodegradation and Biological Treatments of Cellulose, Hemicellulose, and Lignin: An Overview*. *Int Microbiol*, Vol. 5, pp. 53-63.
- Rajat Sharma, Vijaykumar Palled, Ratna R. Sharma-Shivappa & Jason Osborne. 2013. *Potensi Pretreatment KOH dari Switchgrass untuk Produksi Gula Fermentasi*.
- Raymundo-Pinero, E., Azais, P., Cacciaguerra, T., Cazorla-Amoros, D., Linares-Solano, A., & Beguin, F. 2005. *KOH and NaOH activation mechanisms of multiwalled carbon nanotubes with different structural organization*. *Carbon*, 43, 786 – 795.
- Retno Wulandari. 2017. *Pengaruh Suhu, Ph, Waktu Hidrolisis, dan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Terhadap Kadar Glukosa Yang Dihasilkan Dari Limbah Kulit Kakao*. Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Sirin Fairus, Haryono, Agrithia Miranthi dan Aris Aprianto. 2010. *Pengaruh Konsentrasi HCl Dan Waktu Hidrolisis Terhadap Perolehan Glukosa Yang Dihasilkan Dari Pati Biji Nangka*. Institut Teknonogi Nasional
- Sucihati, Sutikno, dan Dewi Sartika. 2014. *Pengaruh Perlakuan Awal Basa Terhadap Komposisi Lignoselulosa Kulit Kakao (Theobroma cacao L.)*. Teknologi Industri Pertanian Universitas Lampung.

Sun, Y. and Cheng, J. 2002. *Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production: A Review. Bioresource Technology, Vol. 83, pp. 1-11.*

Taherzadeh dan Karimi. 2007. *Proses Pembuatan Etanol Dari Bahan Lignoselulosa Melalui Proses Hidrolisis.*

Thauhidayatul Hidayah. 2018. *Pengaruh Konsentrasi Inokulum Saccharomyces Cerevisiae Terhadap Produksi Bioetanol Dari Kulit Buah Kakao (Theobroma Cacao L.). Universitas Qamarul Huda Badaruddin.*

Umar Asghar, Muhammad Irfan, Muhammad Nadeem, Rubina Nelofer & Quratulain Syed. 2017. *Effect of KOH Pretreatment on Lignocellulosic Waste to be Used as Substrate for Ethanol Production.*

Zhu, J.K., 2003. *Regulation of Ion Homeostasis Under Salt Stress. Current Opinion in Plant Biology 6, 441-445.*

**BOSOWA**

## LAMPIRAN

### Delignifikasi

Berat kulit buah kakao : 50 gram

Analisi data :

Penentuan pengurangan berat sampel :

$$\Delta M = M1 - M2$$

Keterangan :

$\Delta M$  = Delignifikasi (gram)

M1 = Berat Sebelum Delignifikasi (gram)

M2 = Berat Sesudah Delignifikasi (gram)

Tabel L.1 Berat Kulit Buah Kakao

Sampel	Berat Sebelum Delignifikasi	Berat Sesudah Delignifikasi	Delignifikasi	Persentase Delignifikasi (%)
2 %	50,00 gram	28,87 gram	21,13 gram	42,26
4 %	50,00 gram	29,73 gram	20,27 gram	40,54
6 %	50,00 gram	30,12 gram	19,88 gram	39,76
8 %	50,00 gram	30,78 gram	19,22 gram	38,44
10 %	50,00 gram	30,94 gram	19,06 gram	38,12

1.  $\Delta M = 50,00 \text{ gram} - 28,87 \text{ gram} = 21,13 \text{ gram}$
2.  $\Delta M = 50,00 \text{ gram} - 29,73 \text{ gram} = 20,27 \text{ gram}$
3.  $\Delta M = 50,00 \text{ gram} - 30,12 \text{ gram} = 19,88 \text{ gram}$
4.  $\Delta M = 50,00 \text{ gram} - 30,78 \text{ gram} = 19,22 \text{ gram}$
5.  $\Delta M = 50,00 \text{ gram} - 30,94 \text{ gram} = 19,06 \text{ gram}$

### Kadar Etanol GC-FID

Area standar etanol : 664504746

Area standar butanol : 21074978910

Analisi data :

Penentuan kadar bioalkohol GC-FID :

$$\% \text{ Bioalkohol} = \frac{\text{Area Sampel}}{\text{Area Standar Etanol/Butanol}} \times 100 \%$$

Keterangan :

% Etanol = Kadar etanol (%)

% Butanol = Kadar butanol (%)

Tabel L.2 Kadar Etanol dan Butanol GC-FID

Sampel	Etanol (%)	Butanol (%)
2 %	0,0015	-
4 %	-	0,0057
6 %	-	0.013
8 %	-	0.033
10 %	-	0.065

$$1. \% \text{ Etanol} = \frac{10346}{664504746} \times 100 \% = 0,0015 \%$$

$$2. \% \text{ Butanol} = \frac{61676}{1074978910} \times 100 \% = 0,0057 \%$$

$$3. \% \text{ Butanol} = \frac{14381}{1074978910} \times 100 \% = 0.013 \%$$

$$4. \% \text{ Butanol} = \frac{35567}{1074978910} \times 100 \% = 0.033 \%$$

$$5. \% \text{ Butanol} = \frac{116982}{1074978910} \times 100 \% = 0.065 \%$$

### **Kadar Bioalkohol**

Berat Sampel : 25 gram

Analisi data :

Penentuan kadar bioalkohol :

$$\text{Kadar Bioalkohol} = \text{KBG} \times \text{BSH}$$

Keterangan :

KBG = Kadar bioalkohol GC-FID (%)

BSH = Berat sebelum hidrolisis (gram)

Tabel L.3 Kada Etanol dan Butanol

Sampel	Etanol	Butanol
2 %	0,000375 gram	-
4 %	-	0,001425 gram
6 %	-	0,00325 gram
8 %	-	0,00825 gram
10 %	-	0.01625 gram

1. Kadar Bioalkohol = 0,0015 % x 25 gram = 0,000375 gram
2. Kadar Bioalkohol = 0,0057 % x 25 gram = 0,001425 gram
3. Kadar Bioalkohol = 0,013 % x 25 gram = 0,00325 gram
4. Kadar Bioalkohol = 0,033 % x 25 gram = 0,00825 gram
5. Kadar Bioalkohol = 0,065 % x 25 gram = 0.01625 gram

### Rendemen Bioalkohol

Berat Sampel : 50 gram

Analisi data :

Penentuan Rendemen Bioalkohol :

$$\text{Rendemen Bioalkohol} = \frac{\text{KB}}{\text{BSD}} \times 100 \%$$

Keterangan :

KB = Kadar Bioalkohol (gram)

BSD = Berat sebelum delignifikasi (gram)

Tabel L.4 Rendemen Bioalkohol

Sampel	Etanol	Butanol
2 %	0,00075 %	-
4 %	-	0,00285 %
6 %	-	0,0065 %
8 %	-	0,0165 %
10 %	-	0,0325 %

$$1. \text{ Rendemen Bioalkohol} = \frac{0,000375 \text{ gram}}{50 \text{ gram}} \times 100 \% = 0,00075 \%$$

$$2. \text{ Rendemen Bioalkohol} = \frac{0,001425 \text{ gram}}{50 \text{ gram}} \times 100 \% = 0,00285 \%$$

$$3. \text{ Rendemen Bioalkohol} = \frac{0,00325 \text{ gram}}{50 \text{ gram}} \times 100 \% = 0,0065 \%$$

$$4. \text{ Rendemen Bioalkohol} = \frac{0,00825 \text{ gram}}{50 \text{ gram}} \times 100 \% = 0,0165 \%$$

$$5. \text{ Rendemen Bioalkohol} = \frac{0,01625 \text{ gram}}{50 \text{ gram}} \times 100 \% = 0,0325 \%$$

### Densitas

Volume Bioalkohol : 100 ml

Analisi data :

Penentuan Densitas Bioalkohol:

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Keterangan :

$\rho$  = Densitas (gram/ml)

M = Massa bioalkohol (gram)

V = Volume bioalkohol (ml)

Tabel L.5 Densitas Bioalkohol

Sampel	Massa (Gram)	Volume (ml)	Densitas (gram/ml)
2 %	89,83	100	0,8983
4 %	93,06	100	0,9306
6 %	93,37	100	0,9337
8 %	94,57	100	0,9457
10 %	95,04	100	0,9504

$$1. \rho = \frac{89,83 \text{ gram}}{100 \text{ ml}} = 0,8983 \text{ gram/ml}$$

$$2. \rho = \frac{93,06 \text{ gram}}{100 \text{ ml}} = 0,9306 \text{ gram/ml}$$

$$3. \rho = \frac{93,37 \text{ gram}}{100 \text{ ml}} = 0,9337 \text{ gram/ml}$$

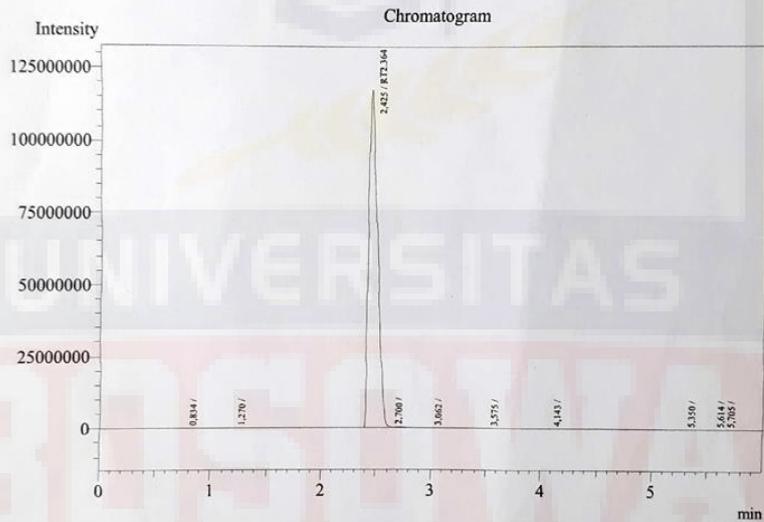
$$4. \rho = \frac{94,57 \text{ gram}}{100 \text{ ml}} = 0,9457 \text{ gram/ml}$$

$$5. \rho = \frac{95,04 \text{ gram}}{100 \text{ ml}} = 0,9504 \text{ gram/ml}$$



DATA REPORT GAS CHROMATOGRAPHY

Analysis Date & Time : 2/26/2019 2:02:13 PM  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name : Etanol STD  
 Sample ID : sampel  
 Sample Type : Liquid



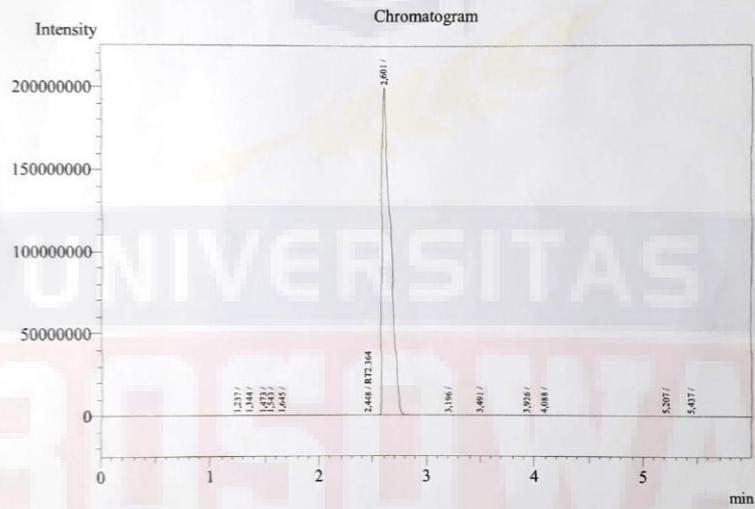
Peak Table - Channel 1

Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Units	Mark	Name
1	0.834	1001	269	0.000		V	
2	1.270	1541	362	0.000		V	
3	2.425	664504746	17617223	0.000	%	S	RT2.364
4	2.700	751131	172616	0.000		T	
5	3.062	7266	1371	0.000		T	
6	3.575	16034	2590	0.000		T	
7	4.143	1735	435	0.000		TV	
8	5.350	1232	273	0.000		TV	
9	5.614	1191	270	0.000		TV	
10	5.705	1657	343	0.000		TV	
Total		665287534	17795752				

Gambar L.1 Hasil GC-FID Etanol Standar

DATA REPORT GAS CHROMATOGRAPHY

Analysis Date & Time : 2/26/2019 1:50:25 PM  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name : Butanol STD  
 Sample ID : sampel  
 Sample Type : Liquid



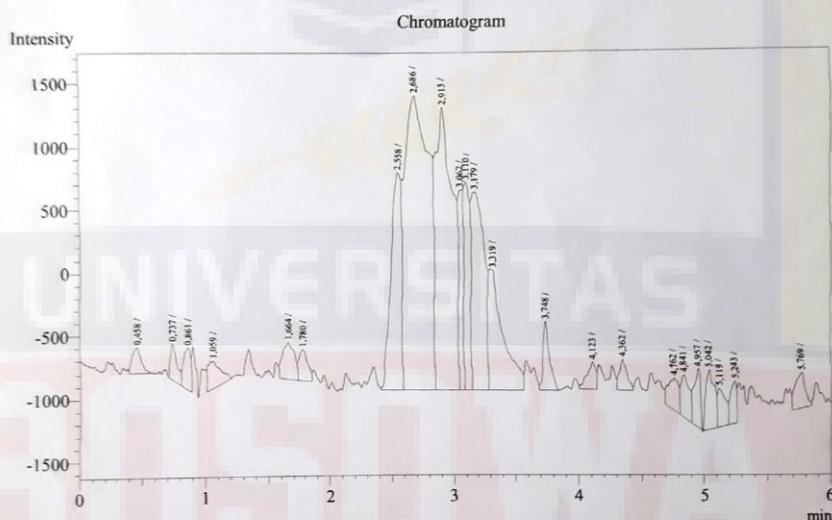
Peak Table - Channel 1

Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Units	Mark	Name
1	1.237	2294	361	0.000			
2	1.344	1172	251	0.000		V	
3	1.473	1249	283	0.000		V	
4	1.543	1162	360	0.000		V	
5	1.645	1071	311	0.000		V	
6	2.448	4619	1109	0.000 %			RT2.364
7	2.601	1074978910	00106229	0.000		SV	
8	3.196	135332	28342	0.000		T	
9	3.491	57404	10631	0.000		T	
10	3.926	6604	1078	0.000		T	
11	4.088	1134	307	0.000		TV	
12	5.207	16414	2633	0.000		TV	
13	5.437	1234	258	0.000		TV	
Total		1075208599	00152153				

Gambar L.2 Hasil GC-FID Butanol Standar

DATA REPORT GAS CHROMATOGRAPHY

Analysis Date & Time : 3/1/2019 8:39:11 AM  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name : KOH 2%  
 Sample ID : sampel  
 Sample Type : Liquid



Peak Table - Channel 1

Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Units	Mark	Name
1	0.458	1041	207	0.000		V	
2	0.737	1046	293	0.000			
3	0.861	1312	342	0.000		V	
4	1.059	1520	219	0.000		V	
5	1.664	1981	296	0.000		V	
6	1.780	1214	252	0.000		V	
7	2.558	10346	1742	0.000		V	
8	2.686	31742	2351	0.000		V	
9	2.913	21686	2257	0.000		V	
10	3.062	4008	1602	0.000		V	
11	3.110	5848	1666	0.000		V	
12	3.179	11183	1590	0.000		V	
13	3.319	7984	965	0.000		V	
14	3.748	1978	547	0.000		V	
15	4.123	1051	220	0.000		V	
16	4.362	1047	248	0.000		V	
17	4.762	1468	255	0.000		V	
18	4.841	1568	335	0.000		V	

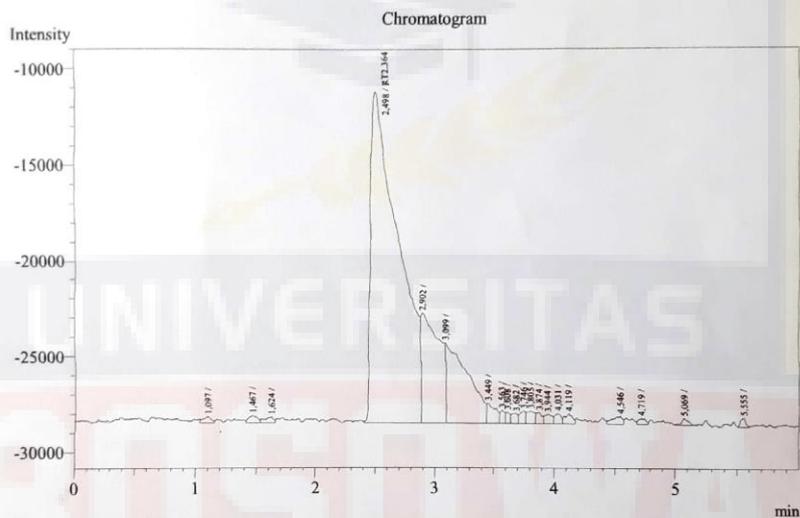
Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Units	Mark	Name
19	4.957	1597	464	0.000		V	
20	5.042	2256	468	0.000			
21	5.119	1303	305	0.000		V	
22	5.243	1156	333	0.000		V	
23	5.769	1564	277	0.000		V	
Total		115899	17234				



Gambar L.3 Hasil GC-FID Delignifikasi KOH 2 %

DATA REPORT GAS CHROMATOGRAPHY

Analysis Date & Time : 2/26/2019 9:42:45 AM  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name : KOH 4%  
 Sample ID : sampel  
 Sample Type : Liquid



Peak Table - Channel 1

Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Units	Mark	Name
1	1.097	1518	319	0.000		V	
2	1.467	1868	373	0.000		V	
3	1.624	1573	298	0.000		V	
4	2.498	281718	17313	0.000	%	V	RT2.364
5	2.902	61676	5795	0.000		V	
6	3.099	54169	4237	0.000		V	
7	3.449	5175	1049	0.000		V	
8	3.563	1894	685	0.000		V	
9	3.608	1353	590	0.000		V	
10	3.682	1908	510	0.000		V	
11	3.746	2108	656	0.000		V	
12	3.805	3051	654	0.000		V	
13	3.874	1925	580	0.000		V	
14	3.944	2148	483	0.000		V	
15	4.031	1959	536	0.000		V	
16	4.119	2316	529	0.000		V	
17	4.546	2426	419	0.000		V	
18	4.719	1327	317	0.000		V	

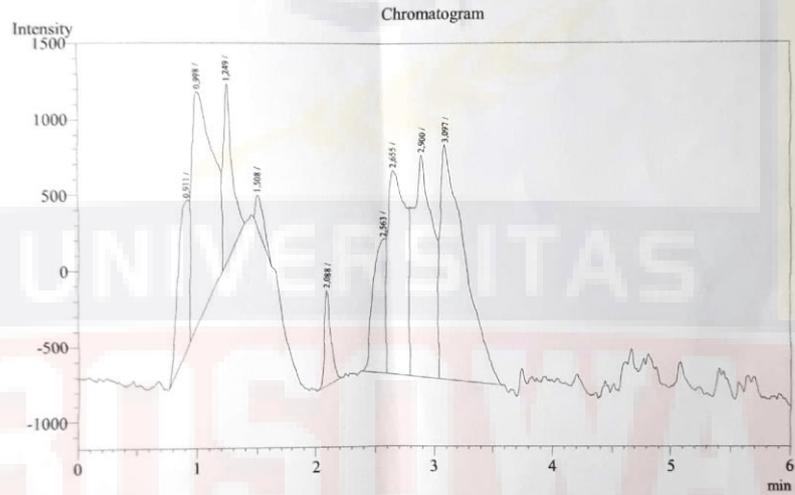
Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Units	Mark	Name
19	5,069	1225	333	0,000			
20	5,555	1367	456	0,000		V	
Total		432704	36132				



Gambar L.4 Hasil GC-FID Delignifikasi KOH 4 %

DATA REPORT GAS CHROMATOGRAPHY

Analysis Date & Time : 3/1/2019 8:55:25 AM  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name : KOH 6%  
 Sample ID : sampel  
 Sample Type : Liquid



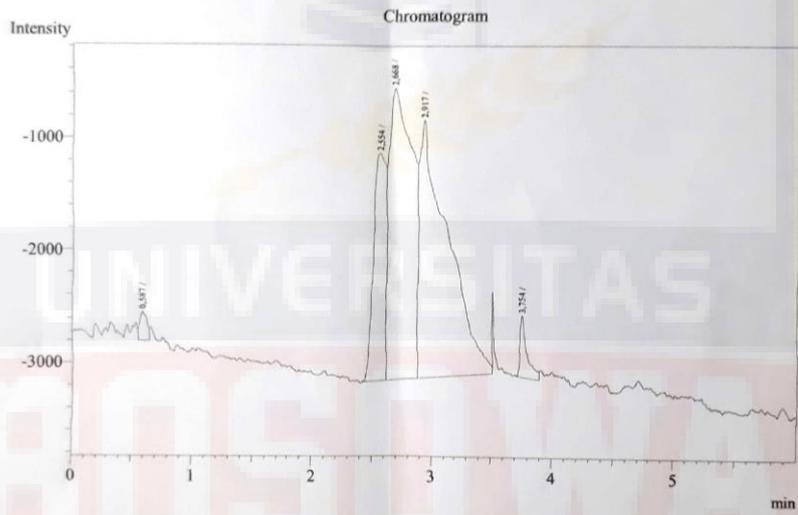
Peak Table - Channel 1

Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Units	Mark	Name
1	0.911	6936	980	0.000			
2	0.998	17997	1547	0.000		V	
3	1.249	5877	1161	0.000		V	
4	1.508	1123	234	0.000			
5	2.088	2383	627	0.000			
6	2.563	6498	893	0.000			
7	2.655	14381	1360	0.000		V	
8	2.900	17263	1478	0.000		V	
9	3.097	22784	1563	0.000		V	
Total		95242	9843				

Gambar L.5 Hasil GC-FID Delignifikasi KOH 6 %

DATA REPORT GAS CHROMATOGRAPHY

Analysis Date & Time : 3/1/2019 8:27:23 AM  
User Name : Admin  
Vial# : 1  
Sample Name : KOH 8%  
Sample ID : sampel  
Sample Type : Liquid



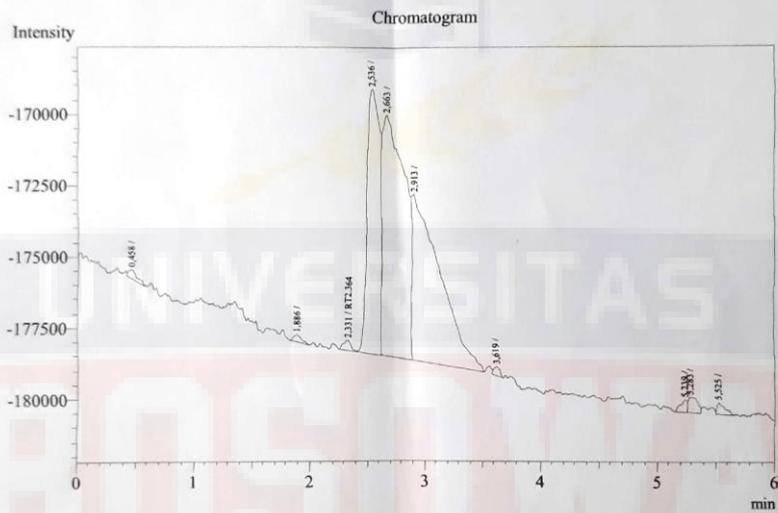
Peak Table - Channel 1

Peak#	Ret.Time	Area	Height	Conc.	Units	Mark	Name
1	0.587	1055	257	0.000		V	
2	2.554	14382	2038	0.000		V	
3	2.668	35567	2606	0.000		V	
4	2.917	38323	2302	0.000		V	
5	3.754	2245	549	0.000			
Total		91572	7752				

Gambar L.6 Hasil GC-FID Delignifikasi KOH 8 %

DATA REPORT GAS CHROMATOGRAPHY

Analysis Date & Time : 3/1/2019 8:10:23 AM  
 User Name : Admin  
 Vial# : 1  
 Sample Name : KOH 10%  
 Sample ID : sampel  
 Sample Type : Liquid



Peak Table - Channel 1

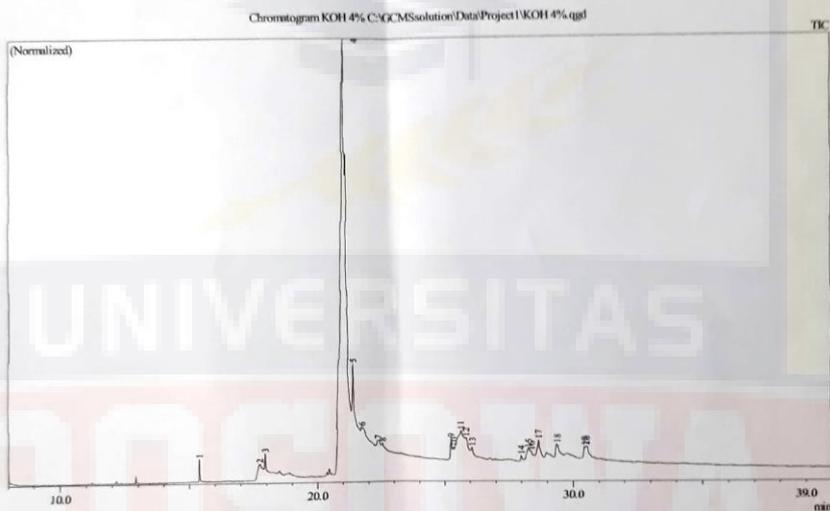
Peak#	Ret. Time	Area	Height	Conc.	Units	Mark	Name
1	0.458	1576	308	0.000		V	
2	1.886	1216	255	0.000		V	
3	2.231	1632	355	0.000	%		RT2.364
4	2.536	70433	9340	0.000			
5	2.663	116982	8514	0.000		V	
6	2.913	100264	5905	0.000		V	
7	3.619	1139	313	0.000		V	
8	5.239	1709	435	0.000			
9	5.283	2962	526	0.000		V	
10	5.525	1943	409	0.000		V	
Total		299856	26360				

Gambar L.7 Hasil GC-FID Delignifikasi KOH 10 %

# DATA REPORT GCMS-QP2010 ULTRA SHIMADZU

Analyzed by : Admin  
 Analyzed : 22/02/2019 2:17:16 PM  
 Sample Type : Unknown  
 Level # : 1  
 Sample Name : KOH 4%  
 Sample ID :  
 IS Amount : [1]-1  
 Sample Amount : 1

## Sample Information



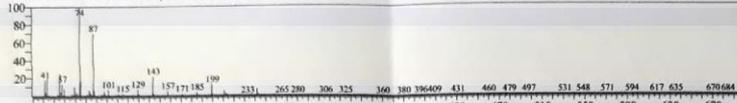
Peak Report TIC

Peak#	R.Time	Area	Area%	A/H Name
1	15.370	2136654	0.51	2.12 TETRADECANOIC ACID, METHYL ESTER
2	17.724	5891617	1.40	10.37 (+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate
3	17.940	2815608	0.67	3.36 Hexadecanoic acid, methyl ester
4	21.041	288321430	68.67	15.00 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-
5	21.399	37487938	8.93	8.86 Octadecanoic acid
6	21.750	13355844	3.18	13.13 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-
7	22.341	2466760	0.59	8.50 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-
8	22.523	1469900	0.35	5.74 Palmitoyl chloride
9	25.243	3470687	0.83	3.71 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, 2,3-dihydroxypropyl ester
10	25.329	2136639	0.51	4.05 Oleic anhydride
11	25.641	19662772	4.68	15.68 9,19-CYCLOLANOST-24-EN-3-OL, (3.BETA.)-
12	25.833	11322057	2.70	12.42 9,19-Cyclolanost-24-en-3-ol, (3.beta.)-
13	26.066	3497089	0.83	7.53 1H-INDOLE-3-ACETIC ACID
14	27.990	938017	0.22	3.72 Acetic acid, 13-hydroxy-4,4,6a,6b,8a,11,11,14b-octamethyldocosahydricen-3-yl ester
15	28.268	3979858	0.95	7.88 13,27-Cycloursan-3-one
16	28.383	2348341	0.56	6.55 D-C-Friedolean-8-en-3-one
17	28.659	7038089	1.68	8.59 1,1-DICHLORO-2,2,3,3-TETRAMETHYLCYCLOPROPANE #
18	29.377	5008240	1.19	8.92 Trilmolein
19	30.442	1944736	0.46	3.76 2,4,7,14-Tetramethyl-4-vinyl-tricyclo[5.4.3.0(1,8)]tetradecan-6-ol
20	30.511	4543659	1.08	8.55 Betulin
		419835935	100.00	

Library

<< Target >>

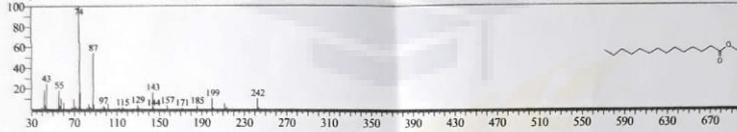
Line#: 1 R.Time: 15.367(Scan#: 885) MassPeaks: 374  
RawMode: Averaged 15.358-15.375(884-886) BasePeak: 74.05(195989)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#: 1 Entry: 164103 Library: WILEY8.LIB

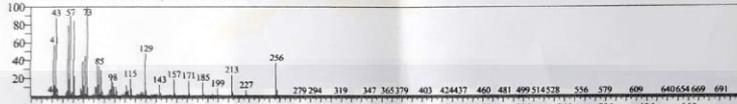
SI: 96 Formula: C15H30O2 CAS: 124-10-7 MolWeight: 242 RetIndex: 0

CompName: TETRADECANOIC ACID, METHYL ESTER SS METHYL TETRADECANOATE SS MYRISTIC ACID METHYL ESTER SS AD-01980 SS EINI



<< Target >>

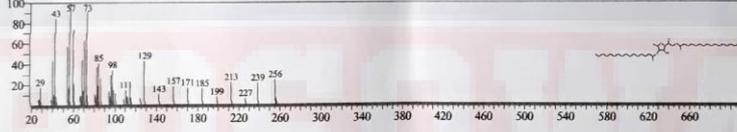
Line#: 2 R.Time: 17.725(Scan#: 1168) MassPeaks: 491  
RawMode: Averaged 17.717-17.733(1167-1169) BasePeak: 73.00(32867)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#: 1 Entry: 145865 Library: NIST147.LIB

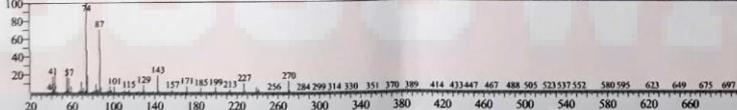
SI: 93 Formula: C38H68O8 CAS: 28474-90-0 MolWeight: 652 RetIndex: 0

CompName: L-(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate SS



<< Target >>

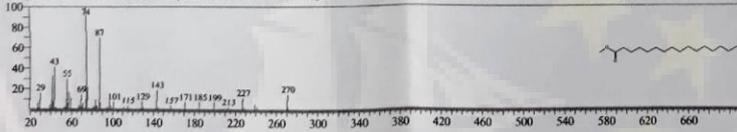
Line#: 3 R.Time: 17.942(Scan#: 1194) MassPeaks: 491  
RawMode: Averaged 17.933-17.950(1193-1195) BasePeak: 74.05(131645)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



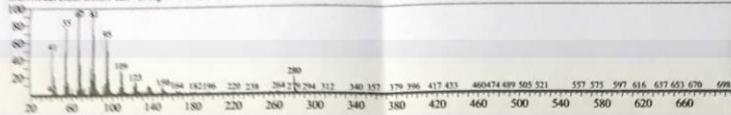
Hit#: 1 Entry: 78563 Library: NIST147.LIB

SI: 96 Formula: C17H34O2 CAS: 112-39-0 MolWeight: 270 RetIndex: 0

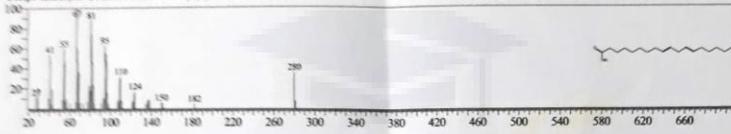
CompName: Hexadecanoic acid, methyl ester SS Palmitic acid, methyl ester SS n-Hexadecanoic acid methyl ester SS Metholene 2216 SS Methyl hexadecanoate S



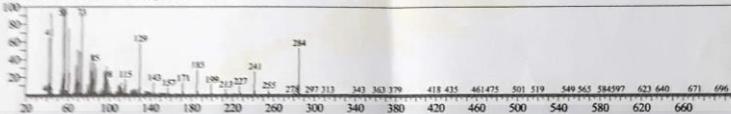
<< Target >>  
 Line#:4 R.Time:21.042(Scan#:1566) MassPeaks:545  
 RawMode:Averaged 21.033-21.050(1563-1567) BasePeak:67.05(1403320)  
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



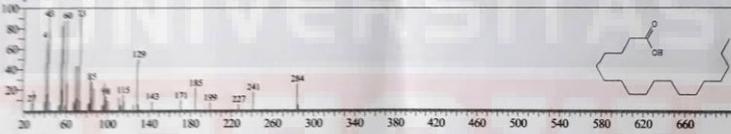
Hit#:1 Entry:K3618 Library:NIST147.LIB  
 SI:95 Formula:C18H32O2 CAS:60-33-3 MolWeight:280 RefIndex:0  
 CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- SS cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid SS cis,cis-Linoleic acid SS Grape seed oil SS Linoleic SS Linoleic acid SS Li



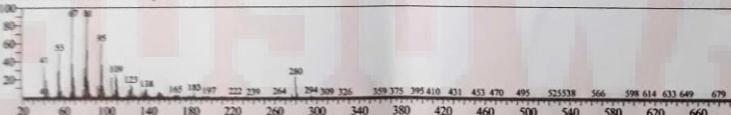
<< Target >>  
 Line#:5 R.Time:21.400(Scan#:1609) MassPeaks:429  
 RawMode:Averaged 21.392-21.408(1608-1610) BasePeak:55.05(129583)  
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



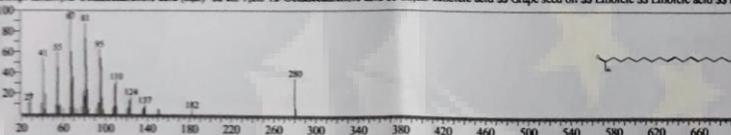
Hit#:1 Entry:22966 Library:NIST27.LIB  
 SI:91 Formula:C18H34O2 CAS:57-11-4 MolWeight:284 RefIndex:0  
 CompName:Octadecanoic acid



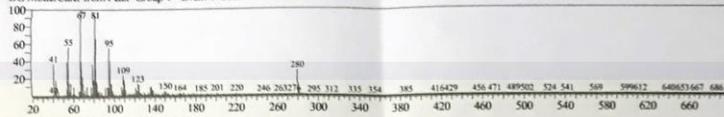
<< Target >>  
 Line#:6 R.Time:21.750(Scan#:1651) MassPeaks:422  
 RawMode:Averaged 21.742-21.758(1650-1652) BasePeak:67.05(26540)  
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



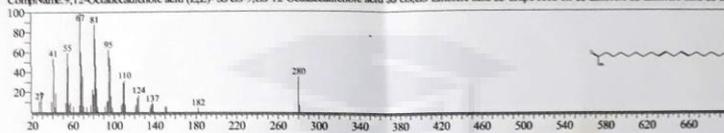
Hit#:1 Entry:K3618 Library:NIST147.LIB  
 SI:91 Formula:C18H32O2 CAS:60-33-3 MolWeight:280 RefIndex:0  
 CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- SS cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid SS cis,cis-Linoleic acid SS Grape seed oil SS Linoleic SS Linoleic acid SS Li



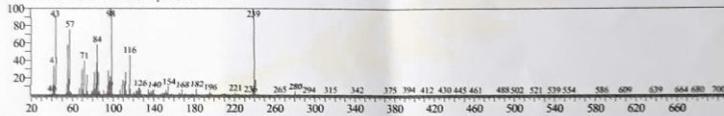
<< Target >>  
 Line#: 7 R.Time: 22.342(Scan#: 1722) MassPeaks: 404  
 RawMode: Averaged 22.333-22.350(1721-1723) BasePeak: 67.05(21978)  
 BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



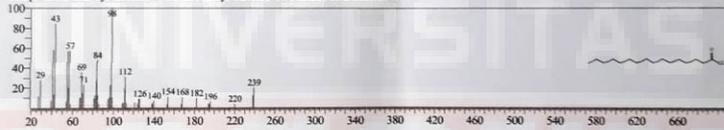
Hit#: 1 Entry: 83818 Library: NIST147.LIB  
 SI: 93 Formula: C18H32O2 CAS: 60-33-3 MolWeight: 280 RetIndex: 0  
 CompName: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- SS cis-9,cis-12-Octadecadienoic acid SS cis,cis-Linoleic acid SS Grape seed oil SS Linoleic SS Linoleic acid SS La



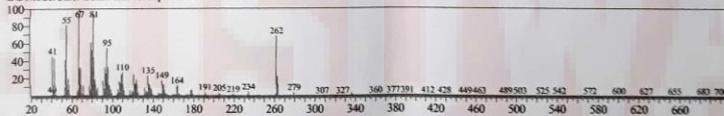
<< Target >>  
 Line#: 8 R.Time: 22.525(Scan#: 1744) MassPeaks: 353  
 RawMode: Averaged 22.517-22.533(1743-1745) BasePeak: 239.10(13147)  
 BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



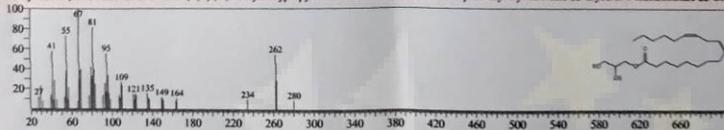
Hit#: 1 Entry: 80628 Library: NIST147.LIB  
 SI: 82 Formula: C16H31ClO CAS: 112-67-4 MolWeight: 274 RetIndex: 0  
 CompName: Palmityl chloride SS Hexadecanoyl-chloride-SS Palmitic acid chloride SS

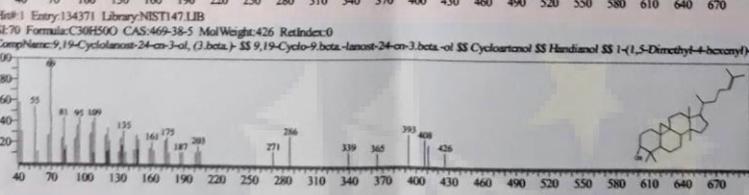
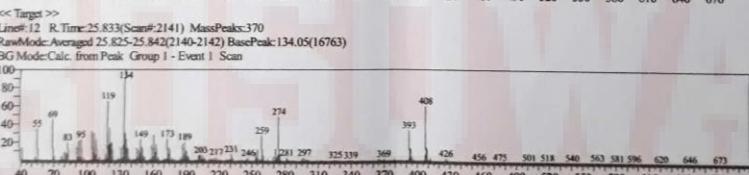
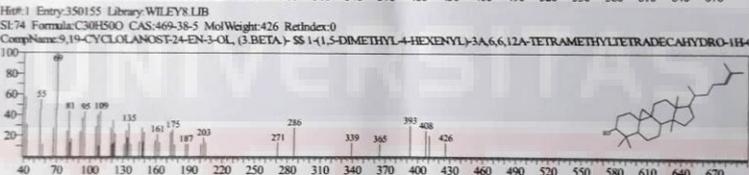
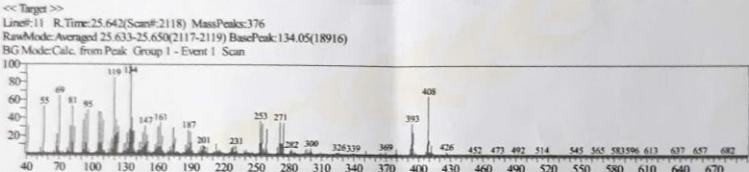
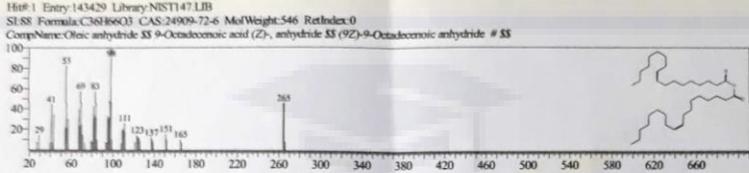
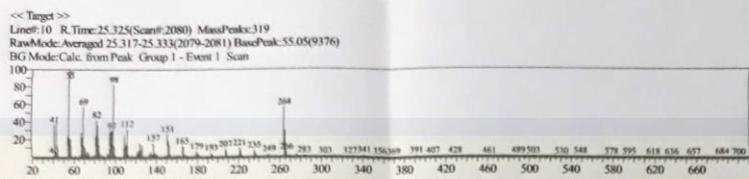


<< Target >>  
 Line#: 9 R.Time: 25.242(Scan#: 2070) MassPeaks: 437  
 RawMode: Averaged 25.233-25.250(2069-2071) BasePeak: 67.05(42075)  
 BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan

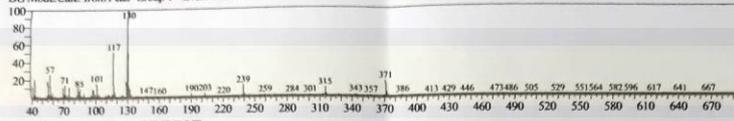


Hit#: 1 Entry: 117184 Library: NIST147.LIB  
 SI: 91 Formula: C21H38O4 CAS: 2277-28-3 MolWeight: 354 RetIndex: 0  
 CompName: 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, 2,3-dihydroxypropyl ester SS Linolein, 1-mono- SS alpha-Glyceryl linolate SS Glycerol 1-mono linolate SS Olei

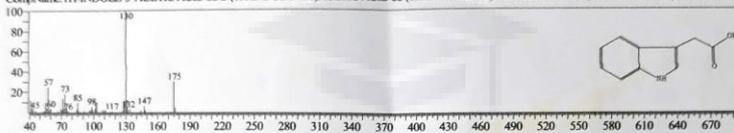




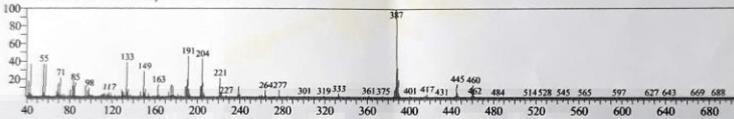
<< Target >>  
Line#: 13 R.Time: 26.067(Scan#: 2169) MassPeaks: 351  
RawMode: Averaged 26.058-26.075(2168-2170) BasePeak: 130.00(40033)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



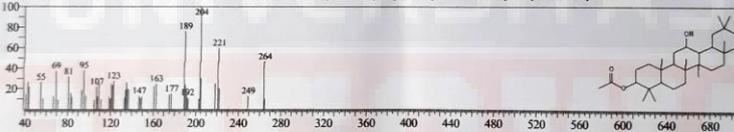
Hit#: 1 Entry: 71084 Library: WILEYX.LIB  
SI: 69 Formula: C10H9NO2 CAS: 87-51-4 MolWeight: 175 RetIndex: 0  
CompName: 1H-INDOLE-3-ACETIC ACID SS 2-(1H-INDOL-3-YL)ACETIC ACID SS (1H-INDOL-3-YL)ACETIC ACID



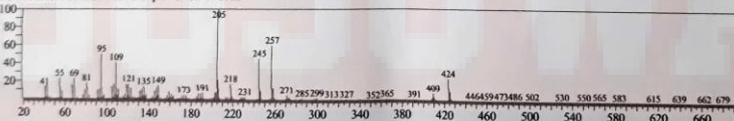
<< Target >>  
Line#: 14 R.Time: 27.992(Scan#: 2400) MassPeaks: 446  
RawMode: Averaged 27.983-28.000(2399-2401) BasePeak: 387.10(21637)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



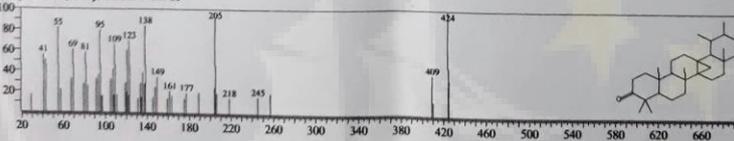
Hit#: 1 Entry: 140384 Library: NIST147.LIB  
SI: 54 Formula: C32H54O3 CAS: 0-00-0 MolWeight: 486 RetIndex: 0  
CompName: Acetic acid, 13-hydroxy-4,4,6a,6b,8a,11,11,14b-octamethyldecosahydriopien-3-yl ester SS 12-Hydroxycyclohexan-3-yl acetate # SS



<< Target >>  
Line#: 15 R.Time: 28.267(Scan#: 2433) MassPeaks: 387  
RawMode: Averaged 28.258-28.275(2432-2434) BasePeak: 205.05(19944)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan

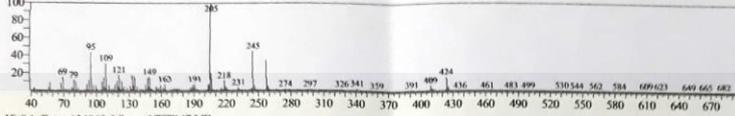


Hit#: 2 Entry: 134056 Library: NIST147.LIB  
SI: 69 Formula: C30H48O CAS: 0-00-0 MolWeight: 424 RetIndex: 0  
CompName: 13,27-Cyclohexan-3-one SS

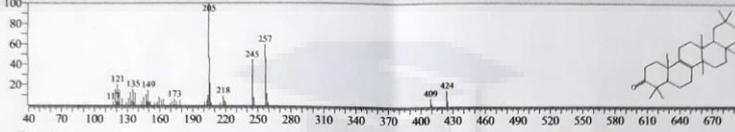


<< Target >>

Line#: 16 R. Time: 28.383 (Scan#: 2447) MassPeaks: 347  
RawMode: Averaged 28.375-28.392(2446-2448) BasePeak: 205.00(11642)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan

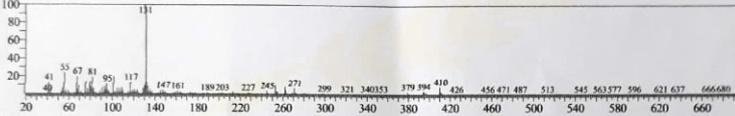


Hit#: 1 Entry: 134065 Library: NIST147.LIB  
SI: 73 Formula: C30H48O CAS: 22611-26-3 MolWeight: 424 RetIndex: 0  
CompName: D-C-Friedelan-8-en-3-one SS Isomaltiflorenone SS 4,4,6b,8a,11,11,12b,14b-Octamethyl-1,4,4a,5,6,6b,7,8,8a,9,10,11,12,12a,12b,13,14,14b-octa-

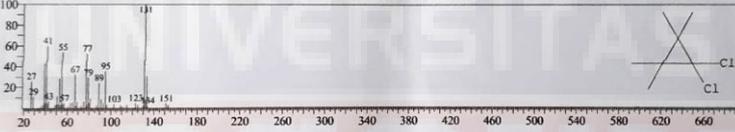


<< Target >>

Line#: 17 R. Time: 28.658 (Scan#: 2480) MassPeaks: 451  
RawMode: Averaged 28.650-28.667(2479-2481) BasePeak: 131.00(105167)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan

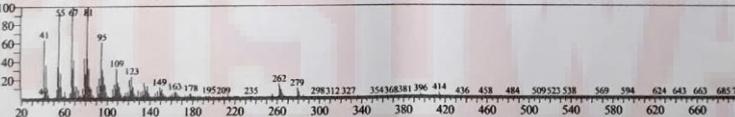


Hit#: 1 Entry: 59198 Library: WILEY7.LIB  
SI: 64 Formula: C7H12Cl2 CAS: 3141-45-5 MolWeight: 166 RetIndex: 0  
CompName: 1,1-DICHLORO-2,2,3,3-TETRAMETHYLCYCLOPROPANE # SS 1,1-DICHLORO-2,2,3,3-TETRAMETHYLCYCLOPROPANE SS 3,3-DICHL

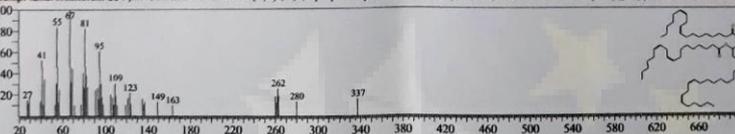


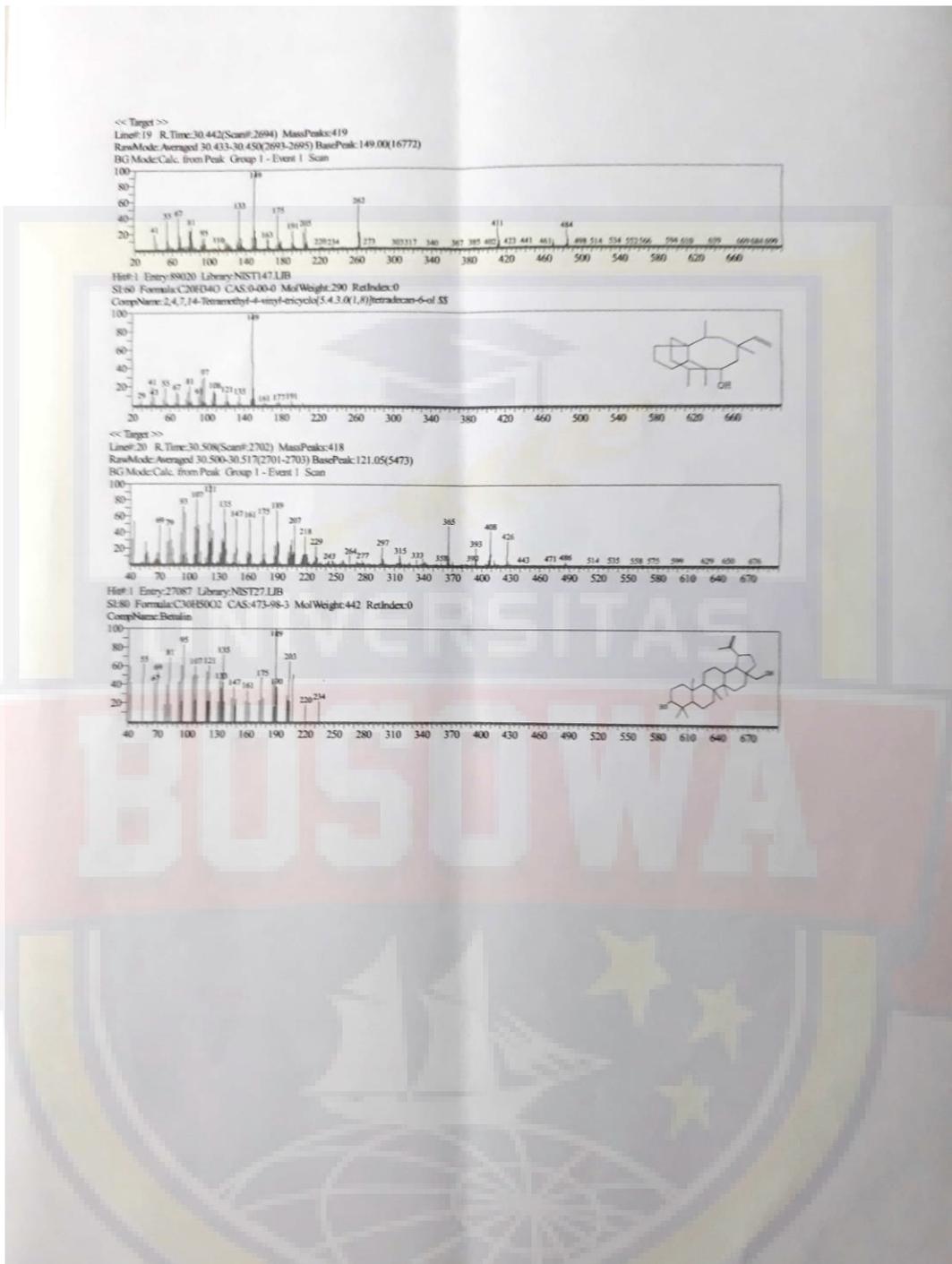
<< Target >>

Line#: 18 R. Time: 29.375 (Scan#: 2566) MassPeaks: 446  
RawMode: Averaged 29.367-29.383(2565-2567) BasePeak: 67.05(35272)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit#: 1 Entry: 147040 Library: NIST147.LIB  
SI: 90 Formula: C57H98O6 CAS: 537-40-6 MolWeight: 878 RetIndex: 0  
CompName: Trilinolein SS 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, 1,2,3-propanetriyl ester SS 2,3-Bis[(9Z,12Z)-9,12-octadecadienoyloxy]propyl (9Z,12Z)-9,12-octa-





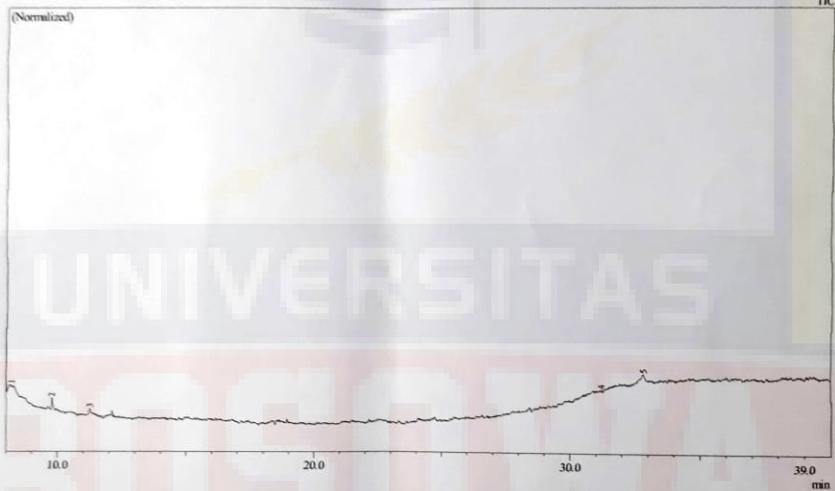
Gambar L.8 Hasil GC-MS Delignifikasi KOH 4 %

## DATA REPORT GCMS-QP2010 ULTRA SHIMADZU

Analyzed by : Adrin  
 Analyzed : 28/02/2019 1:52:15 PM  
 Sample Type : Unknown  
 Level # : 1  
 Sample Name : KOH 10%  
 Sample ID :  
 IS Amount : [1]-1  
 Sample Amount : 1

Sample Information

Chromatogram KOH 10% C:\GCMSolution\Data\Project1\KOH 10%.qgd

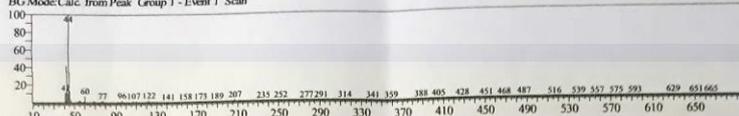


Peak#	R. Time	Area	Area%	A/H Name
1	8.193	357275	53.55	15.19 BUTANE-1,4-D2
2	9.775	123414	18.50	3.32 Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-
3	11.220	45448	6.81	3.14 4,7-Methanoazulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, [1S-(1.alpha.,4.alpha)]
4	31.244	71578	10.73	9.01 (1,3-DIMETHYL-2,4,6-TRIOXO-2,3,4,5,6,7-HEXAHYDRO-1H-PYRROLO[2,3-D]P
5	32.866	69501	10.42	5.32 TRICYCLO[20.8.0.0E7,16]TRIACONTAN, 1(22),7(16)-DIEPOXY-
		667216	100.00	

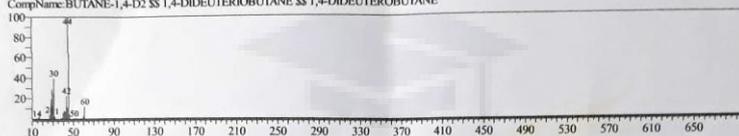
Library

<< Target >>

Line# 1 R-Time: 8.192(Scan#: 24) MassPeaks: 393  
RawMode: Averaged 8.183-8.200(23-25) BasePeak: 44.00(12772)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan

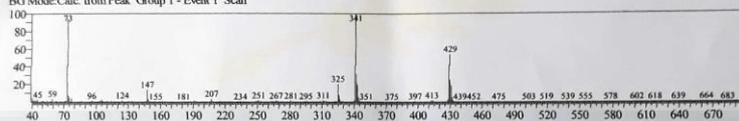


Hit# 3 Entry: 762 Library: WILEY8.LIB  
SI: 84 Formula: C4H10D2 CAS: 53716-54-4 MolWeight: 60 RetIndex: 0  
CompName: BUTANE-1,4-D2 SS 1,4-DIDEUTERIOBUTANE SS 1,4-DIDEUTEROBUTANE

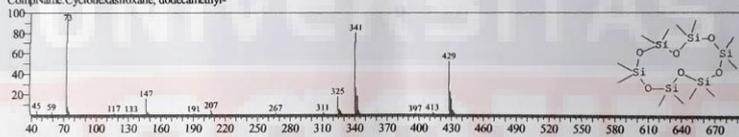


<< Target >>

Line# 2 R-Time: 9.775(Scan#: 214) MassPeaks: 445  
RawMode: Averaged 9.767-9.783(213-215) BasePeak: 340.85(6668)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan

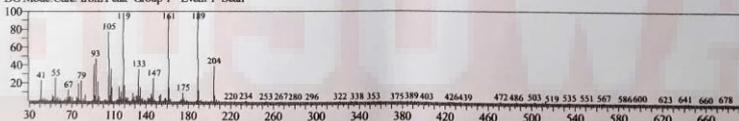


Hit# 1 Entry: 27091 Library: NIST27.LIB  
SI: 92 Formula: C12H16OSi6 CAS: 540-97-6 MolWeight: 444 RetIndex: 0  
CompName: Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-

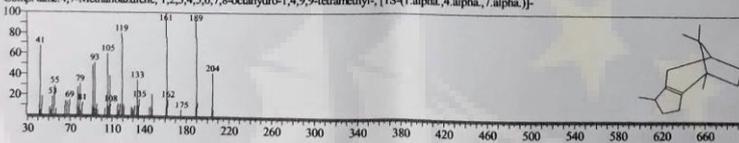


<< Target >>

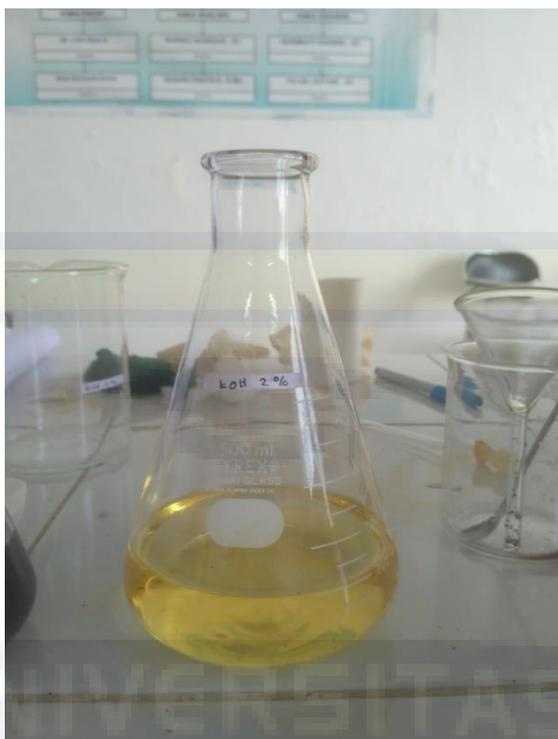
Line# 3 R-Time: 11.217(Scan#: 387) MassPeaks: 251  
RawMode: Averaged 11.208-11.225(386-388) BasePeak: 189.05(1576)  
BG Mode: Calc. from Peak Group 1 - Event 1 Scan



Hit# 1 Entry: 16814 Library: NIST27.LIB  
SI: 88 Formula: C15H24 CAS: 514-51-2 MolWeight: 204 RetIndex: 0  
CompName: 4,7-Methanoazulene, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.)]-







Gambar L.10 Hasil Hidrolisis Delignifikasi KOH 2 %



Gambar L.11 Hasil Hidrolisis Delignifikasi KOH 4 %



Gambar L.12 Hasil Hidrolisis Delignifikasi KOH 6 %



Gambar L.13 Hasil Hidrolisis Delignifikasi KOH 8 %



Gambar L.14 Hasil Hidrolisis Delignifikasi KOH 10 %



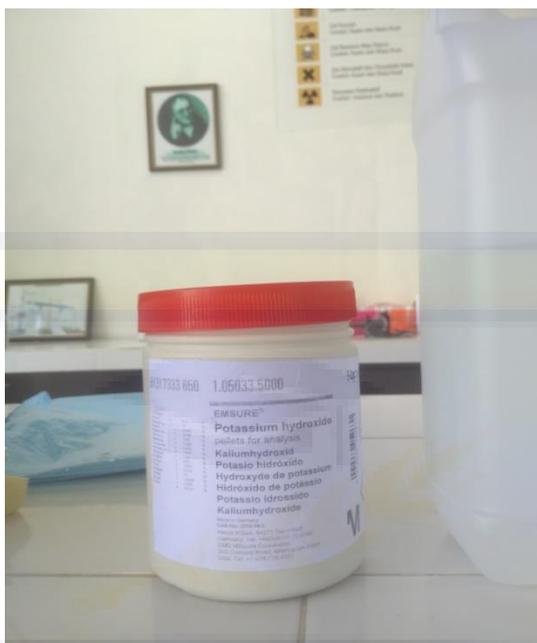
Gambar L.15 Penambahan air dengan bioalkohol 2 %, 4 %, dan 6 %



Gambar L.16 Penambahan air dengan bioalkohol 8 %, dan 10 %



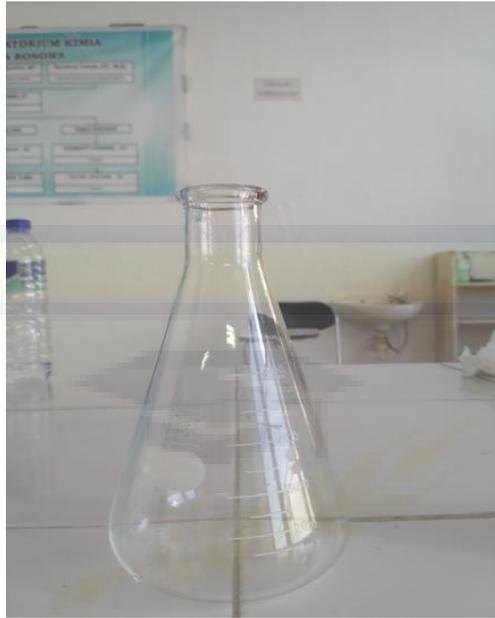
Gambar L.17 Aquades



Gambar L.18 KOH



Gambar L.19 Asam sulfat



Gambar L.20 Erlemenyer



Gambar L.21 Tabung reaksi



Gambar L.22 Magnetic Stirrer



Gambar L.23 Timbangan digital



Gambar L.24 Alat yang digunakan

**BOSOWA**

