

**PEMBUATAN ASAM OKSALAT ($H_2C_2O_4$) DARI LIMBAH
BATANG PISANG KEPOK (*Musa paradisiacal* L.)
DENGAN METODE PELEBURAN ALKALI**



SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar
Sarjana (SI) dalam Ilmu Sains Jurusan Kimia
Pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

A.NURFADILA

NIM : 60500112079

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN ALAUDDIN MAKASSAR
2017**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : A. Nurfadila
Nim : 60500112079
Tempat/Tgl. Lahir : Majene, Desa Tubo/22 Desember 1994
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Pembuatan Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$) dari Limbah Batang Pisang
Kepok (*Musa paradisiacal* L.) dengan Metode Peleburan
Alkali

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah karya sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat atau dibuat oleh orang lain, maka skripsi dan gelar yang diperoleh batal demi hukum.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Samata-Gowa, 25 Maret 2017

Penyusun,

A.Nurfadila
NIM : 60500112079

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi dengan berjudul “Pembuatan Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$) dari Limbah Batang Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L) dengan Metode Peleburan Alkali” yang disusun oleh A. Nurfadila, NIM : 60500112079 mahasiswa Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, diuji dan dipertahankan dalam ujian sidang skripsi yang diselenggarakan pada hari Selasa tanggal 21 Maret 2017 M yang bertepatan dengan tanggal 22 Jumadil Akhir 1438 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sarjana dalam Ilmu Sains Jurusan Kimia (dengan beberapa perbaikan).

Samata-Gowa, 22 Maret 2017 M
22 Jumadil Akhir 1438 H

DEWAN PENGUJI:

Ketua	: Dr. M. Thahir Maloko, M.Hi	(.....)
Sekretaris	: H. Asri Saleh, S.T., M.Si	(.....)
Munaqisy I	: Dra. Sitti Chadijah, M.Si	(.....)
Munaqisy II	: Aisyah, S.Si., M.Si.	(.....)
Munaqisy III	: Dr. Hasyim Haddade, M.Ag	(.....)
Pembimbing I	: Sjamsiah, S.Si., M.Si., Ph.D	(.....)
Pembimbing II	: Jawiana Saokani, S.Si., M.Pd	(.....)

Diketahui oleh:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar,

 **Prof. Dr. H. Arifuddin, M.Ag**
NIP: 19691205 199303 1 001

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah, kami memuji, meminta pertolongan dan ampunan hanya kepadaNya. Kami berlindung kepada Allah swt dari kejahatan diri kami dan dari keburukan perbuatan-perbuatan kami. Shalawat dan salam kami persembahkan kepada nabi Muhammad saw. yang telah membawa ummatnya dari alam kegelapan menuju alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan dan teknologi .

Skripsi yang berjudul “**Pembuatan Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$) dari Limbah Batang Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L.*) dengan Metode Peleburan Alkali**” diajukan untuk memenuhi salah satu syarat meraih gelar sarjana Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. Selama menjalani studi hingga selesainya penulisan skripsi ini, penulis telah banyak mengalami hambatan dan kesulitan. Namun bantuan, bimbingan, masukan dan kerja sama dari berbagai pihak, sehingga hambatan tersebut dapat teratasi. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, ayahanda A. Muhammad Idrus dan Ibunda Andi Dalwin yang telah mencurahkan kasih sayangnya serta senantiasa memberikan doa. Ketiga kakakku, kak Ani, kak Aco dan kak Fadilah yang selalu mendukung serta senantiasa memberikan doa dan semangat demi masa depan yang lebih baik.
2. Bapak Prof. Dr. Musafir Pababbari, M.Si. selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
3. Bapak Prof. Dr. Arifuddin Ahmad, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.

4. Ibu Sjamsiah, S.Si., M.Si., Ph.D. sebagai Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar dan selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Jawiana Saokani, S.Si., M.Pd sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Ibu Dra. Sitti Chadijah, M.Si, Ibu Aisyah, S.Si., M.Si dan Pak Dr. Hasyim Haddade, M.Ag, selaku penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan Skripsi ini.
7. Seluruh dosen serta Staf Prodi Kimia yang telah memberi bantuan bimbingan selama peneliti mengikuti pendidikan.
8. Fitrah, S.Si sebagai parnert penelitian, sekaligus saudara terbaikku, yang terus memberikan motivasi, ide, kritik, saran, doa, serta selalu siap mendengar keluh kesaku selama ini dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Teman Kimia 2012, seperjuanganku selama empat tahun lebih ini yang selalu bersama berbagi ilmu dan pengalaman, suka dan duka selama kita menuntut ilmu dan mengesankan ketika mengingat saat-saat penelitian dimana kita selalu menghabiskan waktu dijurusan tercinta KIMIA.

Akhir kata dari penulis, tiada gading yang tak retak segala kesalahan mohon dimaafkan karena semua insan tak luput dari dosa.

Wabillahi taufiq warrahmah. Wassalamu alaikum warahmatullahi wabarakatu.

Samata-Gowa, Maret 2017

A.Nurfadila

DAFTAR ISI

	Hal
JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv-v
DAFTAR ISI	vi-vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1-6
A. Latar Belakang	1-5
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan	5
D. Manfaat	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7-36
A. Pandangan Islam Tentang Tanaman	7-10
B. Pisang kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.)	10-12
C. Selulosa ($C_6H_{10}O_5$) _n	13-15
D. Natrium Hidroksida (NaOH)	15-16
E. Hidrolisis	16-17
F. Asam oksalat ($H_2C_2O_4$)	17-28
G. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	28-36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37-40
A. Waktu dan Tempat	37
B. Alat dan Bahan	37

C. Prosedur Kerja	38-40
1. Hidrolisis Batang Pisang Kepok untuk menghasilkan Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$)	38
2. Pembuatan Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$)	38
3. Analisis Asam Oksalat Limbah Batang Pisang	39
4. Analisis Data	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41-51
A. Hasil Hidrolisis Limbah Batang Pisang Kepok (<i>Musa paradasiaca</i> L.)	41-43
1. Pengaruh konsentrasi pelarut dan Waktu terhadap berat dan <i>yield</i> Asam Oksalat yang dihasilkan	41-43
2. Analisis FTIR	43
B. Pembahasan	44-50
1. Natrium Oksalat ($H_2C_2O_4$)	44-45
2. Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$)	45-47
3. Hasil Analisis Karakteristik Asam Oksalat Limbah Batang Pisang Kepok	47-50
a. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	47-49
b. Hasil Analisis Titrasi Asam Basa	49-50
c. Hasil Analisis Titik Leleh	50
BAB V PENUTUP	51
DAFTAR PUSTAKA	52-54
LAMPIRAN	55-68
BIODATA	69

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Komposisi Kimia Pohon Pisang Kepok	12
Tabel 2.2 Sifat fisik dan sifat kimia asam oksalat	19
Tabel 2.3 Data Impor Asam Oksalat di Indonesia	21
Tabel 2.4 Instrumentasi Spektrum Inframerah	32
Tabel 2.5 Serapan Khas Beberapa Gugus	33
Tabel 4.1 Berat Asam Oksalat	41
Tabel 4.2 Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Peleburan terhadap Berat Asam Oksalat	42
Tabel 4.3 Hasil Sarapan Inframerah (IR) Asam Oksalat dari Limbah Batang Pisang Kepok	43

DAFTAR GAMBAR

			Hal
Gambar	2.1	Pisang Kepok	11
Gambar	2.2	Struktur Selulosa	14
Gambar	2.3	Struktur Asam Oksalat	18
Gambar	2.4	Perbandingan Kebutuhan Import, Ekspor, Produksi dan Konsumsi Asam Oksalat	20
Gambar	2.5	Spektrum FTIR Asam Oksalat Standar	34
Gambar	2.6	Spektrum FTIR Asam Oksalat dari Pelepah Kelapa Sawit	35
Gambar	2.7	Spektrum FTIR Asam Oksalat dari Rumput Alang-alang	36
Gambar	4.1	Pengaruh Konsentrasi dan Waktu terhadap Berat Asam Oksalat	42
Gambar	4.2	Pengaruh Konsentrasi dan Waktu terhadap <i>Yield</i> Asam Oksalat.....	43
Gambar	4.3	Hasil Sarapan Inframerah (IR) Asam Oksalat dari Limbah Batang Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L.)	48

ABSTRAK**Nama : A. NURFADILA****Nim : 60500112079****Judul : Pembuatan Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$) Dari Limbah Batang Pisang Kepok
(*Musa paradisiaca* L.) dengan Metode Peleburan Alkali**

Asam oksalat merupakan asam dikarboksilat dengan rumus molekul $H_2C_2O_4$ yang memiliki berbagai aplikasi dalam industri. Asam oksalat dapat digunakan sebagai zat pemutih serat, reagen dalam analisis kimia dan digunakan dalam pemurnian mineral dari logam. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi NaOH dan waktu optimum terhadap *yield* maksimum asam oksalat ($H_2C_2O_4$) dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) dan bagaimana karakteristik asam oksalat yang dihasilkan. Konsentrasi NaOH dan waktu peleburan optimum adalah pada konsentrasi larutan NaOH 4N dan waktu 60 menit pada suhu pemanasan 98 °C sebesar 6,18 %. Karakteristik asam oksalat ($H_2C_2O_4$) dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L) dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) yaitu serapan gugus hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang 3406,29 cm^{-1} , gugus C=O yaitu pada bilangan gelombang 1685,79 cm^{-1} dan gugus C-O yaitu pada bilangan gelombang 1153,43 cm^{-1} , uji titrasi asam basa sebesar 5×10^{-4} N dan uji titik leleh sebesar 102,4 °C.

Kata kunci: Asam Oksalat, Batang Pisang Kepok, Peleburan Alkali, Selulosa.

ABSTRACT**Name : A. NURFADILA****Reg Number : 60500112079****Title : Making Oxalic Acid ($H_2C_2O_4$) from Waste Stem Kepok Banana (*Musa Paradisiacal L.*) with Smelting Alkali Methods**

*Oxalic acid is a dicarboxylic acid with the molecular formula $H_2C_2O_4$ which has a wide range of application in industry. Oxalic acid can be used as a whitening agent in fiber, reagents in chemical analysis and is used in the purification of metal minerals. The purpose of this research is to determine the optimum concentration of NaOH and time to maximum yield of oxalic acid ($H_2C_2O_4$) of waste banana stems kepok (*Musa paradisiaca*) and how the characteristics of oxalic acid produced. NaOH concentration and smelting optimum time is at a concentration of 4N NaOH solution and 60 minutes at a temperature of 98 °C warming by 6.18 %. Characteristics of oxalic acid ($H_2C_2O_4$) of waste banana stems kepok (*Musa paradisiaca L.*) by Fourier Transform Infra Red (FTIR) absorption is a hydroxyl group (O-H) at wave number 3406.29 cm^{-1} , group C=O is the wave number 1685,79 cm^{-1} and the C-O group is the wave number 1153.43 cm^{-1} , acid-base titration test of 5×10^{-4} N and test the melting point of 102,4 °C.*

Keywords: Oxalic Acid, Banana Stem Kepok, Smelting Alkali, Cellulose.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan penghasil pisang terbesar di Asia bahkan di dunia, karena hampir 50 % produksi pisang di Asia dihasilkan oleh Indonesia dan setiap tahun produksinya terus meningkat. Hal ini disebabkan karena tanaman pisang mudah ditanam dan dibudidayakan dimana saja di Indonesia. Selain itu, iklim di Indonesia sangat cocok untuk pertumbuhan pisang. Jenis-jenis buah pisang yang banyak ditanam oleh masyarakat adalah pisang ambon, pisang raja, pisang tanduk, pisang hias, pisang kepok dan lain-lainnya.

Buah pisang banyak digemari oleh masyarakat karena selain rasanya yang enak, mengandung zat gizi, sumber vitamin, mineral dan karbohidrat. Namun di sisi lain, pohon pisang yang telah diambil buahnya akan menyisahkan limbah batang pisang. Limbah batang pisang hanya sebagian kecil saja yang dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pakan ternak, sedangkan dalam jumlah besar akan menjadi sampah. Jika hal ini dibiarkan begitu saja, maka akan merusak pemandangan dan mengganggu penciuman karena mengeluarkan bau yang tidak sedap. Oleh karena itu, muncullah ide dalam mengolah limbah batang pisang tersebut agar lebih bermanfaat serta memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi. Contohnya pemanfaatan limbah batang pisang kapok (*Musa paradisiaca* L.) yang dibuat arang untuk dijadikan

sebagai adsorpsi ion logam kromium (Cr). Namun pemanfaatan selulosa batang pisang sebagai bahan baku asam oksalat belum ada.¹

Limbah batang pisang mempunyai kandungan selulosa yang tinggi hingga 64 % dan untuk kandungan ligninnya sekitar 5 %. Selulosa merupakan polisakarida yang tersusun dari molekul-molekul anhidroglukosa. Selulosa juga adalah bahan baku untuk pembuatan asam oksalat dengan cara mereaksikan dengan alkali kuat.²

Biro Pusat Statistik (BPS) mengatakan bahwa kebutuhan asam oksalat di Indonesia setiap tahun selalu meningkat. Saat ini Indonesia masih mengimpor asam oksalat untuk memenuhi kebutuhan asam oksalat dalam negeri.³ Ada beberapa cara untuk membuat asam oksalat dari selulosa, yaitu peleburan dengan hidroksida logam alkali, proses oksidasi dengan asam nitrat (HNO_3) dan penguraian dari natrium formiat. Namun dari ketiga metode tersebut yang banyak digunakan adalah metode peleburan alkali, karena selain metodenya sederhana, hasil yang diperoleh lebih banyak dibandingkan dengan metode yang lain. Beberapa contoh penelitian yang telah menggunakan metode peleburan alkali dalam pembuatan asam oksalat, yaitu Mastuti (2005) memperoleh asam oksalat dari bahan baku sekam padi sebanyak 44,1907 % dengan konsentrasi larutan NaOH 3,5 N dan waktu peleburan dengan alkali selama 75 menit pada suhu pemanasan 98 °C. Zultiniar *dkk* (2012) dimana asam oksalat yang diperoleh sebanyak 4,01 % dari ampas tebu pada konsentrasi

¹Widihati, Ida Ayu Gede, Ni G. A. M. Dwi Adhi Suastuti dan M. A. Yohanita Nirmalasari. "Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa paradisiaca*)". *Jurnal Kimia* 6. Januari 2012.

²Nopriantina, Noni dan Astuti. "Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester Serat Alam". *Jurnal Fisika Unand* vol. 2, no. 3, ISSN 2302-849, Juli (2013), h. 195.

³Herman, Syamsu, Silvia Reni Yenti dan Khairat. "Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Proses Pembuatan Asam Oksalat dari Ampas Tebu". *Jurnal Teknobiologi*, IV(1) ISSN : 2087 – 5428 (2013), h.62.

larutan NaOH 4N dan waktu peleburan dengan alkali selama 105 menit pada suhu 108 °C. Iriany *dkk* (2015) memperoleh asam oksala 44,39 % dari rumput alang-alang (*Imperata cylindrica*) pada konsentrasi larutan NaOH 4 N dengan waktu peleburan dengan alkali selama 60 menit pada suhu pemanasan 98 °C.

Berkaitan dengan hal tersebut, dalam Al-Qur'an Allah swt menciptakan tumbuh-tumbuhan agar dapat diambil manfaatnya. Telah disebutkan dalam QS. Al-Syu'araa/26: 7-9, yang berbunyi :

أَو لَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾ وَإِنَّ رَبَّكَ لَهُوَ الْعَزِيزُ الرَّحِيمُ ﴿٩﴾

Terjemahannya :

“Dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?. Sungguh, apa yang demikian itu terdapat tanda (kebesaran Allah), tetapi kebanyakan mereka tidak beriman. Dan sesungguhnya, Tuhanmu Dialah yang Maha Perkasa lagi Maha Penyayang”.⁴

Menurut M. Quraish shihab dalam tafsir Al-Misbah, dijelaskan bahwa adakah mereka akan terus mempertahankan kekufuran mereka padahal telah banyak bukti yang terhampar dan apakah mereka tidak melihat ke bumi, mengarahkan pandangan, sepanjang, seluas dan seantero bumi, berapa banyak kami telah tumbuhkan dari setiap pasang tumbuhan dengan berbagai jenis yang kesemuanya tumbuh subur lagi bermanfaat? Sesungguhnya yang demikian itu terdapat tanda kebesaran Allah, tetapi mereka tidak memperhatikan.

⁴Kementerian Agama RI, *A-Qur'an dan Terjemah*, Bandung: Cv. Jumanatul Ali, 2011.

Ayat ini menjelaskan bahwa Allah swt memerintahkan manusia agar senantiasa bersyukur atas nikmat Allah swt dan tidak membatasi pandangan terhadap sesuatu yang diciptakanNya, kita dianjurkan memperhatikan dan memikirkan ciptaan Allah swt khususnya tumbuh-tumbuhan di muka bumi ini tidak ada yang sia-sia dan semuanya memiliki manfaat. Semua ciptaan Allah di muka bumi ini merupakan suatu tanda kebesaran Allah swt.

Allah swt limpahkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik bagi kehidupan manusia. Tumbuhan yang baik, merupakan tumbuhan yang dapat memberikan manfaat bagi kehidupan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Manfaat tumbuhan secara langsung dapat kita rasakan pada berbagai macam buah-buahan serta sayur-sayuran, sedangkan manfaat tumbuhan tidak langsung ialah tumbuhan atau bagian dari tumbuhan yang terlebih dahulu diproses lebih lanjut untuk mendapatkan manfaatnya.⁵

Terlebih lagi apabila tumbuhan itu selama ini dianggap sebagai limbah. Salah satunya yaitu pisang kepok, selain buahnya yang bermanfaat dan kulitnya yang dapat diolah menjadi bahan kimia, batangnya juga dapat diolah sebagai bahan kimia yaitu menjadi asam oksalat.

Berdasarkan uraian diatas, maka pada penelitian ini, akan fokus kepada pembuatan asam oksalat dari batang pisang kepok dengan memvariasikan konsentrasi NaOH (3N, 4N dan 5N) dan waktu peleburan alkali (60, 70 dan 80 menit), karena konsentrasi dan waktu peleburan alkali dapat mempengaruhi *yield* asam oksalat ($H_2C_2O_4$). Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan software statistik SPSS (*Statistikal Product and Service Solutions*) versi 16 (2007), dengan tujuan

⁵M Quraish Shihab, *Tafsir Al-Mishbah Vol. 11*, Jakarta: Lentera Hati (2002), h. 119.

untuk mengetahui pengaruh secara signifikan variasi konsentrasi dan variasi waktu peleburan dalam pembuatan asam oksalat. Kemudian asam oksalat yang diperoleh dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.), akan ditentukan sifat dan karakteristiknya seperti analisis FTIR untuk mengetahui gugus fungsi asam oksalat, metode titrasi asam basa sebagai analisa kualitatif dan uji sifat fisik asam oksalat seperti titik lebur asam oksalat.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Berapakah konsentrasi NaOH yang optimum pada pembuatan asam oksalat ($H_2C_2O_4$) dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.)?
2. Berapakah waktu peleburan yang optimum pada pembuatan asam oksalat ($H_2C_2O_4$) dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.)?
3. Bagaimanakah karakteristik asam oksalat ($H_2C_2O_4$) yang diperoleh dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) dengan metode peleburan alkali?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui konsentrasi NaOH yang optimum pada pembuatan asam oksalat ($H_2C_2O_4$) dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.).
2. Mengetahui waktu peleburan yang optimum pada pembuatan asam oksalat ($H_2C_2O_4$) dari limbah limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.).
3. Mengetahui karakteristik asam oksalat ($H_2C_2O_4$) yang diperoleh dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) dengan metode peleburan alkali.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Memberikan informasi tentang batang pisang sebagai bahan pembuatan asam oksalat.
2. Salah satu solusi alternatif dalam penanganan limbah batang pisang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pandangan Islam Tentang Tanaman

Kekayaan alam semesta merupakan anugrah dari Allah swt untuk umat manusia. Dalam ajaran Islam, alam semesta beserta isinya seperti hewan dan tumbuh-tumbuhan tercipta untuk manusia. Manusia diberi kesempatan untuk memanfaatkan segalanya baik sebagai makanan ataupun sesuatu yang bermanfaat bagi kelangsungan hidup manusia. Allah swt menciptakan sesuatu semata-mata untuk makhluknya. Sebagaimana firman Allah swt dalam QS. Al-Baqarah ayat 22:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ فِرَاشًا وَالسَّمَاءَ بِنَاءً وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ مِنْ
الشَّجَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ ۖ فَلَا تَجْعَلُوا لِلَّهِ أَنْدَادًا وَأَنْتُمْ تَعْلَمُونَ ﴿٢٢﴾

Terjemahannya:

“Dialah yang menjadikan bumi sebagai hamparan bagi kamu dan langit sebagai atap, dan Dia menurunkan air dari langit, lalu Dia menghasilkan dengan air itu buah-buahan sebagai rezeki untuk kamu; karena itu janganlah kamu mengadakan sekutu bagi Allah, padahal kamu mengetahui.”⁶

Allah swt bukan hanya menciptakan kamu, tetapi juga menjadikan bumi hamparan untuk kamu. Makna kata *ja'ala*, mengandung makna mewujudkan sesuatu dari bahan yang telah ada sebelumnya sambil menekankan bahwa yang wujud itu sangat bermanfaat dan harus dimanfaatkan oleh manusia. Dengan demikian, manusia

⁶Kementerian Agama RI, *A-Qur'an dan Terjemah*, Bandung: Cv. Jumanatul Ali, 2011.

yang dijadikan bumi ini terhampar harus meraih manfaat untuk mensejahterakan kehidupan masa kini sambil mengingat bahwa ada makhluk yang diciptakanNya sebelum kamu, ada juga makhluk yang akan datang sesudah kamu.

Manusia sebelumnya telah memanfaatkan bumi ini tanpa menghabiskannya, bahkan masih menyisahkan banyak untuk makhluk sesudahnya, maka demikian pula seharusnya manusia masa kini, jangan menghabiskan atau merusak bumi ini sesungguhnya masih generasi muda yang akan menempati bumi di masa yang akan datang.⁷

Maksud dari ayat ini Allah swt telah menganugerahkan berbagai macam tanaman dan buah-buahan dengan diciptkannya bumi sebagai hamparan bagi tumbuh-tumbuhan yang subur, sehingga segala sesuatu dapat dimanfaatkan dengan baik sesuai ketentuannya, disamping itu pula Allah swt menganjurkan untuk selalu menjaga dan melestarikan apa yang telah dikaruniakan olehNya dengan cara tidak merusak namun justru melestarikan, sesungguhnya apa yang telah diusahakan akan bermanfaat bagi khallifah Allah selanjutnya di muka bumi ini.

Relevasinya dengan penelitian ini yaitu peneliti memanfaatkan apa-apa yang ada di muka bumi ini diantaranya batang pisang kepok (*Musa parasiaca* L.) yang merupakan limbah pertanian yang sesungguhnya dapat dimanfaatkan menjadi suatu senyawa kimia seperti asam oksalat, yang memiliki peranan penting di dunia industri. Allah swt menjelaskan dalam QS. Al-Waaqi'ah/56: 27-30, tentang tanaman pisang yang berbunyi :

⁷M Quraish Shihab, *Tafsir Al-MIshbah Vol. 11*, Jakarta Lentera Hati (2002), h. 122.

وَأَصْحَابُ الْيَمِينِ مَا أَصْحَابُ الْيَمِينِ ﴿٢٧﴾ فِي سِدْرٍ مَّخْضُودٍ ﴿٢٨﴾ وَطَلْحٍ مَّنْضُودٍ ﴿٢٩﴾ وَظِلِّ
 مَمْدُودٍ ﴿٣٠﴾ وَمَاءٍ مَّسْكُوبٍ ﴿٣١﴾ وَفَلَكَهَاتٍ كَثِيرَةٍ لَا مَقْطُوعَةٍ وَلَا مَمْنُوعَةٍ ﴿٣٢﴾ وَفُرْشٍ
 مَّرْفُوعَةٍ ﴿٣٣﴾

Terjemahnya :

“Dan golongan kanan, alangkah mulianya golongan kanan itu. (Mereka) berada di antara pohon bidara yang tidak berduri, dan pohon pisang yang bersusun-susun (buahnya), naungan yang terbentang luas, dan air yang mengalir terus-menerus, dan buah-buah yang banyak, yang tak berhenti berbuah dan tidak terlarang mengambilnya, dan kasur-kasur yang tebal lagi empuk”.⁸

Kata *thalh* dalam ayat tersebut berarti buah pisang yang memang bersusun-susun buahnya dan merupakan salah satu tanaman yang ada di surga. Tanaman pisang oleh Allah dikatakan sebagai tanaman orang golongan kanan (orang yang selalu berada dalam jalan Allah yaitu sahabat-sahabat Nabi dan orang suka berbuat baik) yang berada diantara pohon bidara yang tidak berduri dan pohon pisang yang bersusun-susun buahnya, naungan yang terbentang luas sepanjang masa dan seluruh tempat, dan air yang mengalir setiap yang diinginkan, dan buah-buahan yang banyak jenis, rasa dan ragamnya, *tidak putus-putusnya* seperti halnya di dunia yang hanya ditemukan pada musim-musim tertentu dan *tidak juga terhalangi* untuk mengambilnya. Hal ini menunjukkan betapa bermanfaatnya pohon pisang bagi kehidupan manusia baik dari dari daun, batang hingga akarnya (bonggol pisang).⁹

Indonesia merupakan negara agraris yang banyak ditumbuhi segala jenis tumbuh-tumbuhan contohnya batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) yang akhirnya menghasilkan biomassa yang berlimpah. Oleh karena itu, pengolahan

⁸Kementerian Agama RI, *A-Qur'an dan Terjemahannya*, 2011.

⁹Nadiyah Tharayarah, *Mausu'ah al-Jaz Al-Qurani*, terj. M. Zaenal Arifin, dkk, *Sains dalam Al-Qur'an* (Jakarta : Zaman, 2014): h. 816.

limbah batang pisang sangat diperlukan untuk menciptakan lingkungan yang indah dan bersih. Sebagaimana dijelaskan pula dalam HR. Tirmidzi No. 2723:

إِنَّ اللَّهَ تَعَالَى طَيِّبٌ يُحِبُّ الطَّيِّبَ نَظِيفٌ يُحِبُّ النَّظَافَةَ كَرِيمٌ يُحِبُّ الْكَرَمَ جَوَادٌ يُحِبُّ
الْجُودَ فَنَظِّفُوا أَفْنِيَتَكُمْ

Artinya:

“Sesungguhnya Allah baik dan mencintai kebaikan, bersih yang menyukai kebersihan, mulia yang menyukai kemuliaan, dermawan dan mencintai kedermawanan, karena itu bersihkanlah tempat-tempat mu.”¹⁰

Sehubungan hadis diatas, sangat jelas dikatakan bahwa Allah swt menyukai kebersihan, ini merupakan salah satu ibadah yang disenangi dan diridhaiNya. Sehingga, pemanfaatan limbah batang pisang menjadi produk yang lebih bermanfaat merupakan salah satu upaya untuk melestarikan lingkungan agar tetap bersih.

B. Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.)

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil tanaman pisang terbesar di dunia. Hal ini didukung oleh kondisi iklim tropis dan tanah yang subur.¹¹ Indonesia juga merupakan salah satu negara yang dikenal sebagai produsen pisang dunia. Indonesia telah memproduksi sebanyak 6,20 % dari total produksi dunia, 50 % produksi pisang Asia berasal dari Indonesia. Sulawesi Selatan adalah pulau diluar Jawa penghasil pisang terbesar yaitu 183.853 ton. Dapat dilihat Gambar 2.1 di bawah ini.¹²

¹⁰Muhammad Nashiruddin Al-Albani, *Shahih Sunan Tirmidzi Jilid 3* (Jakarta: Pustaka Azzam, 2002), h. 164-165.

¹¹Widihati, Ida Ayu Gede, Ni G. A. M, dkk, “Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa paradisiaca*)”, *Jurnal Kimia* (6 Januari ,2012): h. 8.

¹²Putri, Annisa R, dkk, “Pengaruh Kadar Air terhadap Tekstur dan Warna Keripik Pisang Kepok (*Musa parasidiaca formatypica*)”, (2012): h. 2.



Gambar 2.1 Pisang Kepok

Kedudukan tanaman pisang dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut:¹³

- Devisi : Spermatophyta (tumbuhan biji)
 Subdivisi : Angiospermae (berbiji tertutup)
 Kelas : Monocotyledonae (biji berkeping satu)
 Ordo : Scitaminae
 Famili : Musaceae
 Subfamili : Muscoideae
 Genus : Musa
 Spesies : *Musa paradisiaca* Linn.

Tanaman pisang merupakan bahan alam yang murah, mudah diperoleh dan dapat diperbaharui. Secara umum tanaman pisang dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yakni pisang serat, pisang hias dan pisang buah (*Musa paradisiaca* L.).¹⁴ Bagian tanaman pisang yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat adalah buah pisang dan

¹³Rahmat Ruhma, *Usaha Tani Pisang* (Yogyakarta : Kanisius, 1999), h. 13.

¹⁴Widihati, Ida Ayu Gede, Ni G. A. M. dkk, "Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa paradisiaca*)", h.8.

daun pisang. Adapun bagian lain dari tanaman pisang seperti batang pisang yang jarang digunakan masyarakat. Sebagian kecil masyarakat hanya memanfaatkan batang pisang sebagai pakan ternak, sedangkan dalam jumlah besar menjadi sampah.¹⁵

Batang pisang merupakan salah satu komponen penting pada pohon pisang. Batang pisang atau yang sering disebut gedebog sebenarnya bukan batang melainkan batang semu yang terdiri dari pelepah yang berlapis menjulang menguat dari bawah ke atas sehingga dapat menopang daun dan buah pisang. Batang pisang mengandung lebih dari 80 % air, memiliki kandungan selulosa dan glukosa yang tinggi sehingga sering dimanfaatkan masyarakat sebagai pakan ternak dan sebagai media tanam untuk tanaman lain. Berikut dapat dilihat komposisi kimia pohon pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) pada Tabel 2.1.¹⁶

Tabel.2.1.Komposisi Kimia Pohon Pisang Kepok

Komposisi kimia	Kandungan %
Densitas	1,35 gr/cm ³
Air	10-15
Selulosa	63-64
Lignin	5-10
Hemiselulosa	20

(Sumber : Faradilah Ayu Ningtyas)

¹⁵Widihati, Ida Ayu Gede, Ni G. A. M. dkk, “Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa paradisiaca* L)”, h.8.

¹⁶Faradilah Ayu Ningtyas. “Pengaruh Waktu dan Konsentrasi Larutan Pemasak dalam Pemanfaatan Pelepah Batang Pisang sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Pulp dengan Proses Soda”. *Skripsi* (2014): h.7.

C. Selulosa

Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai yang lurus. Selulosa mempunyai rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$ dengan n sebagai derajat polimerisasi.¹⁷ Selulosa adalah sebuah polisakarida yang tersusun dari polimer glukosa yang dihubungkan oleh ikatan glikoksida yang membentuk rantai lurus. Selulosa terdapat dalam tumbuhan sebagai bahan pembentuk dinding sel. Selulosa bila direaksikan dengan alkali kuat akan menghasilkan asam oksalat.¹⁸

Selulosa merupakan kristalin yang bersifat hidrofil, tidak larut dalam air, tetapi larut dalam larutan kuprik hidroksida berammonia. Selulosa juga larut dalam larutan zink klorida berasid hidroklorik. Selulosa tidak memberi warna biru dengan iodin.¹⁹ Selulosa tidak terikat pada karbohidrat sedangkan yang mudah terikat pada karbohidrat yaitu gula, asam organik dan karbohidrat kompleks yang lain. Selulosa dapat terkomposisi jadi glukosa dengan bantuan enzim selulosa atau dengan cara hidrolisis. Selulosa adalah senyawa berbentuk benang-benang fiber, terdapat sebagai komponen terbesar dalam dinding sel pepohonan, jerami, rumput, enceng gondok dan tanaman lainnya.²⁰

¹⁷Iriany, dkk, "Pembuatan Asam Oksalat dari Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) dengan Metode Peleburan Alkali", *Jurnal Teknik Kimia USU, Article In Press* (2015): h. 1.

¹⁸Retno Dewati, "Kinetika Reaksi Pembuatan Asam Oksalat dari Sabut Siwalan dengan Oksidator H_2O_2 ", *Jurnal Penelitian Ilmu Tekniki* 10, no. 1 (Juni 2010): h. 30.

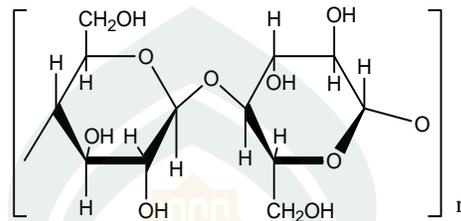
¹⁹Elda Melwita dan Effan Kurniadi, "Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi H_2SO_4 pada Pembuatan Asam Oksalat dari Tongkol Jagung", *Teknik Kimia* no. 2, vol. 2 (April 2014):h : 57.

²⁰Anna Poedjiadi dan Titin Supriyanti, *Dasar-Dasar Biokimia* (Jakarta: UI-Press, 2007): h. 38.

Selulosa dapat mengadakan reaksi kimia karena mengandung gugus reaktif, yaitu:²¹

1. Gugus hidroksil, setiap molekul monosakarida mengandung 3 gugus hidroksil
2. Gugus pereduksi, gugus ini dapat mengadakan reaksi dengan alkali kuat.

Struktur selulosa dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. Struktur Selulosa

Selulosa mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:²²

1. Dapat terdegradasi oleh hidrolisa, oksidasi sehingga berat molekulnya menurun.
2. Tidak larut dalam air maupun pelarut organik, tetapi larut dalam larutan alkali.
3. Keadaan kering, selulosa bersifat higroskopis, keras dan rapuh. Bila selulosa cukup banyak mengandung air maka akan bersifat lunak. Jadi fungsi air di sini adalah sebagai pelunak.

Selulosa yang telah dimurnikan sangat luas sekali pemakaiannya dalam industri yakni sebagai bahan baku, harganya tidak mahal selain itu juga teknik pemakaiannya saat ini sudah berkembang. Pemakaian selulosa sebagai bahan baku antara lain digunakan untuk industri kertas dan industri olahan dari selulosa seperti

²¹Endang Mastuti W, "Pembuatan Asam Oksalat dari Sekam Padi", h. 13.

²²Ambarita, Yos Pawan, dkk, "Pembuatan Asam Oksalat dari Pelelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) melalui Reaksi Oksidasi Asam Nitrat", *Jurnal Teknik Kimia USU* vol. 4, no.4 (Desember, 2015): h.47.

rayon, cellophan dan lainnya. Senyawa selulosa ini dapat diolah menjadi produk lain, seperti asam oksalat. Selulosa bila direaksikan dengan alkali kuat akan menghasilkan asam oksalat.²³

Berdasarkan kelarutannya di dalam alkali selulosa dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu:²⁴

1. α selulosa merupakan rantai panjang, tidak larut dalam air dan sukar larut dalam alkali.
2. β selulosa merupakan rantai pendek, larut dalam alkali dan akan mengendap bila larutan tersebut di asamkan.
3. γ selulosa merupakan rantai pendek larut dalam alkali dan akan mengendap bila larutan tersebut di asamkan. Contoh larutan alkali yaitu natrium hidroksida (NaOH).

D. Natrium Hidroksida (NaOH)

Nama alkali berasal dari bahasa arab *Al-qali* yang berarti abu. Nama tersebut diambil untuk mengingat nama Abu Musa Jabir bin Hayyan (700-778) yang sebelumnya telah berhasil memperoleh soda dari abu tumbuhan laut. Alkali merupakan unsur logam yang sangat reaktif.²⁵ NaOH bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbon dioksida dari udara bebas. NaOH juga sangat larut dalam air dan akan melepaskan kalor ketika dilarutkan dalam air. Larutan NaOH

²³Retno Dewati, "Kinetika Reaksi Pembuatan Asam Oksalat dari Sabut Siwalan dengan Oksidator H_2O_2 ", h : 30.

²⁴Narimo, "Pembuatan Asam Oksalat dari Peleburan Kertas Koran Bekas dengan Larutan NaOH", *Jurnal Kimia dan Teknologi*5, no. 2 (2010): h. 74.

²⁵Asmadi, dkk, "Pengurangan Chrom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit pada Proses Tennery Menggunakan Senyawa Alkali $Ca(OH)_2$ dan $NaHCO_3$ ", *Studi Khusus PT Trimulyo Kencana Mas Semarang* 5, no: 1 (2009): h. 43-44.

meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas. Berbentuk padat, warna putih mempunyai sifat hidroskopis, massa molar 39,9971 g/mol, titik lebur 318°C, titik didih 1390 °C dan kelarutan dalam air 111 g/100 mL.²⁶ Reaksi dengan alkali kuat tersebut juga sering disebut hidrolisis atau peleburan.

E. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan proses pemecahan polisakarida di dalam biomassa lignoselulosa yang terdiri lignin, selulosa dan hemiselulosa yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa menggunakan asam sulfat encer.²⁷

Reaksi hidrolisis dapat dikelompokkan, berdasarkan zat penghidrolisis yang digunakan sebagai berikut.²⁸

1. Hidrolisis murni, hanya digunakan air.
2. Hidrolisis dengan larutan asam, encer atau pekat.
3. Hidrolisis dengan larutan alkali, encer atau pekat.
4. Alkali fusion dengan sedikit atau tanpa air pada temperatur tinggi.
5. Hidrolisis dengan enzim sebagai katalis.

Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat (H_2SO_4), asam perklorat dan asam klorida (HCl). Asam sulfat merupakan asam yang paling banyak diteliti dan dimanfaatkan untuk hidrolisis asam. Hidrolisis asam dapat dikelompokkan menjadi hidrolisis asam pekat dan hidrolisis

²⁶Andhika Prasetya, dkk, "Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Kandungan Gas CO₂ dalam Proses Purifikasi Biogas Continue", 2013, h. 2.

²⁷Elda Melwita Dan Effan Kurniadi, "Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi H₂SO₄ pada Pembuatan Asam Oksalat dari Tongkol Jagung", h. 57

²⁸ Endang Mastuti W, "Pembuatan Asam Oksalat dari Sekam Padi", h. 13.

asam encer.²⁹ Pada proses hidrolisis sering digunakan antara lain dengan menggunakan metode peleburan alkali dalam pembuatan asam oksalat.

F. Asam Oksalat (COOH)₂

Asam oksalat merupakan senyawa dikarboksilat yang atom-atom C nya mampu mengikat lebih dari satu gugus hidroksil. Asam ini tidak berwarna dan transparan, tidak berbau dan higroskopis. Asam oksalat mudah teroksidasi total dan oleh pengaruh panas yang tinggi akan terurai menjadi CO_2 dan asam formiat. Dan secara alami asam oksalat bisa terjadi dalam tumbuh-tumbuhan dan dapat dibuat dengan ekstraksi alkali dari limbah penggergajian.³⁰

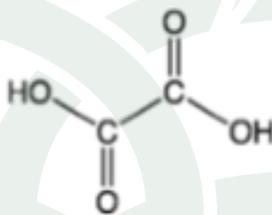
Asam oksalat dibuat pertama kali pada tahun 1776 oleh Carl W. Scheele dengan cara mengoksidasi gula menggunakan asam nitrat dari tanaman sorrel. Metode oksidasi dengan asam nitrat juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan berbagai bahan baku antara lain, sintesis asam oksalat dari batang rami dengan perolehan sebesar 25,4 %, dari biomassa tebu diperoleh massa asam oksalat sebesar 4,606 gr, dari limbah sabut kelapa diperoleh massa asam oksalat sebesar 13,826 gr, dari sekam padi diperoleh *yield* sebesar 81 % dan dari bahan baku padi diperoleh *yield* sebesar 79,9 %.³¹

²⁹Elda Melwita Dan Effan Kurniadi, "Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi H_2SO_4 pada Pembuatan Asam Oksalat dari Tongkol Jagung", h. 57

³⁰Endang Mastuti W, "Pembuatan Asam Oksalat dari Sekam Padi", h. 13.

³¹Ambarita, Yos Pauer, dkk, "Pembuatan Asam Oksalat dari Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) melalui Reaksi Oksidasi Asam Nitrat", h.46.

Asam oksalat adalah senyawa kimia yang memiliki rumus $H_2C_2O_4$ dengan nama sistematis asam etanadioat. Asam oksalat merupakan asam organik yang relatif kuat, 10.000 kali lebih kuat dari pada asam asetat.³² Asam oksalat atau asam etanadioat dengan berat molekul 90,04 gr/mol adalah asam dikarboksilat paling sederhana, larut dalam air dan bersifat asam kuat.³³ Karena letak gugus karboksilat yang berdekatan, asam oksalat mempunyai konstanta disosiasi yang lebih besar dari pada asam-asam organik yang lainnya. Besarnya konstanta disosiasi ($K_1 = 6,24 \times 10^{-2}$ dan $K_2 = 6,1 \times 10^{-5}$), dengan keadaan demikian dapat dikatakan asam oksalat lebih kuat dari pada senyawa homolognyadengan rantai karbon lebih panjang. Struktur asam oksalat dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3. Struktur asam oksalat

Adapun sifat-sifat yang khas dari asam ini adalah:³⁴

- a. Larut dalam air panas maupun dingin serta larut dalam alkohol.
- b. Garam-garam alkali oksalat semuanya mudah larut dalam air kecuali kalsium oksalat hanya dapat larut dalam asam kuat.
- c. Mudah untuk dioksidasi oleh $KMnO_4$ dalam suasana pada temperatur 60-70 °C.

³²Elda Melwita Dan Effan Kurniadi, "Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi H_2SO_4 pada Pembuatan Asam Oksalat dari Tongkol Jagung", h : 58.

³³Iloan Pandang H M, dkk, "Pembuatan Asam Oksalat dari Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dengan Kalsium Hidroksida", *Jurnal Teknik Kimia USU, Article in Press* (2016): h. 2.

³⁴Dessy Ratnasari, "Pembuatan Asam Oksalat dari Kulit Singkong dengan Variasi Konsentrasi HNO_3 dan Lama Pemanasan pada Proses Hidrolisis", h. 20.

Sifat-sifat asam oksalat dapat dilihat pada Tabel 2.2 dibawah ini:³⁵

Tabel 2.2: Sifat Fisik dan Sifat Kimia Asam Oksalat

Asam oksalat anhidrat (C₂H₂O₄)	
Titik lebur	187 °C
Panas Pembakaran	60 kal/mol
Panas Pembentukan pada Suhu 18°C	195,36 kal/mol
Kelarutan dalam Air	9.58 gr/ml
Panas Sublimasi	21,65 kal/mol
Asam oksalat dihidrat (C₂H₄O₂,2H₂O)	
Titik Lebur	101.5 °C
Densitas	1.653 gr/mol
Kelarutan dalam Air	35,5 gr/ml
Berat Jenis	187 °C

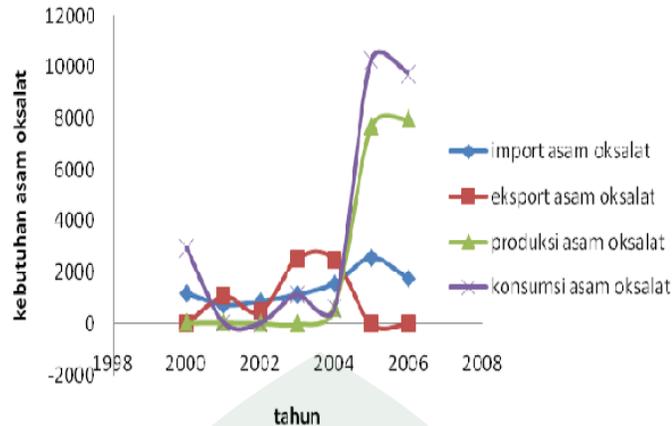
(Sumber : Retno Dewati)

1. Kegunaan Asam Oksalat

Kebutuhan asam oksalat di Indonesia setiap tahun selalu meningkat. Saat ini Indonesia masih mengimpor asam oksalat dari luar negeri untuk memenuhi sebagian kebutuhan asam oksalat dalam negeri.³⁶ Berikut ini adalah grafik kebutuhan impor, export, produksi dan konsumsi asam oksalat selama periode tahun 2000-2006 berdasarkan data dari BPS dapat dilihat Gambar 2.4.

³⁵Retno Dewati, "Kinetika Reaksi Pembuatan Asam Oksalat dari Sabut Siwalan dengan Oksidator H₂O₂", h. 31.

³⁶Silvia Reni Yenti, dkk, "Kinetika Proses Pembuatan Asam Oksalat Dari Ampas Tebu", *Prosiding SNTK Topi* ISSN. 1907- 0500, (2011): h. 29.



(Sumber: Balai Pusat Statistik (BPS))

Gambar 2.4. Perbandingan Kebutuhan Import, Eksport, Produksi dan Konsumsi Asam Oksalat

Dari Gambar 2.4, dapat diketahui import asam oksalat di Indonesia semakin tinggi setiap tahunnya. Hal ini disebabkan karena penggunaan asam oksalat dalam kebutuhan industri dalam negeri sangat besar dan beraneka ragam, misalnya dalam industri tekstil, asam oksalat digunakan untuk mewarnai wool, menetralkan kelebihan alkali pada pencucian dan sebagai pemucat warna. Pada industri logam, asam oksalat dipakai sebagai bahan pelapis yang melindungi logam dari korosif dan pembersih untuk radiator otomotif, metal dan peralatan, sedangkan dalam pabrik polimer, asam oksalat dipakai sebagai inisiator.³⁷

Import asam oksalat yang sangat tinggi juga disebabkan karena produksi asam oksalat yang sangat rendah dan tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga Indonesia banyak mengimport asam oksalat dari beberapa negara misalnya Amerika Serikat, Jepang, Hongkong, Taiwan, China, Australia dan Itali, sedangkan pada tahun 2006 import asam oksalat tidak terlalu tinggi dibanding tahun-tahun sebelumnya karena di beberapa daerah di Indonesia telah berdiri beberapa industri

³⁷Dessy Ratnasari, "Pembuatan Asam Oksalat dari Kulit Singkong dengan Variasi Konsentrasi HNO₃ dan Lama Pemanasan pada Proses Hidrolisis", h. 18.

kecil untuk memproduksi asam oksalat dalam jumlah yang tidak terlalu besar, sehingga hasil produksinya hanya digunakan di dalam negeri dan tidak mengekspornya, karena hasil produksinya belum cukup untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.³⁸ Kapasitas produksi merupakan jumlah produk yang dihasilkan dalam waktu satu tahun. Berikut ini data impor asam oksalat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.3³⁹

Tabel 2.3: Data Impor Asam Oksalat di Indonesia

Tahun	Impor (Ton)
2008	1,212.754
2009	1,183.856
2010	1,498.327
2011	1,321.355
2012	1,438.517
2013	1,467.626
2014	921.959
2015	1,543.604
2016	1,661.930

(Sumber :Biro Pusat Statistik (BPS))

³⁸Dessy Ratnasari, “Pembuatan Asam Oksalat dari Kulit Singkong dengan Variasi Konsentrasi HNO₃ dan Lama Pemanasan pada Proses Hidrolisis”, h. 18-19.

³⁹Zultiniar, dkk, “Pengaruh Temperatur pada Proses Pembuatan Asam Oksalat dari Ampas Tebu”, h. 31.

2. Proses Pembuatan Asam Oksalat

Asam oksalat dapat diproduksi dengan cara meleburkan serbuk gergaji dalam larutan alkali. Asam oksalat yang dihasilkan cenderung naik dengan naiknya konsentrasi asam nitrat antara 40 % sampai 60 % dan pada perbandingan rasio asam nitrat terhadap rumput gajah semakin besar semakin banyak menghasilkan asam oksalat.⁴⁰ Sintesis secara komersil asam oksalat dilakukan dengan empat macam teknologi diantaranya adalah peleburan alkali dari selulosa, oksidasi asam nitrat terhadap karbohidrat seperti glukosa.⁴¹

Asam oksalat dapat dibuat dengan beberapa cara. Salah satunya adalah proses peleburan alkali. Tahap-tahap pembuatan asam oksalat dengan proses peleburan alkali adalah sebagai berikut:⁴²

a. Tahap Peleburan

Pada tahap ini terjadi peleburan antara selulosa yang terkandung dalam batang pisang dengan larutan NaOH.



b. Tahap Pengendapan dan Penyaringan

Filtrat yang didapat dari hasil peleburan ditambahkan $CaCl_2$ untuk mendapatkan endapan kalsium oksalat.



⁴⁰Elda Melwita Dan Effan Kurniadi. "Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi H_2SO_4 pada Pembuatan Asam Oksalat dari Tongkol Jagung", h. 55-57.

⁴¹Pamilia Coniwanti, dkk, "Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa sebagai Bahan Baku Pembuatan Asam Oksalat dengan Reaksi Oksidasi Asam Nitrat", h. 37.

⁴²Iloan Pandang H M, Yos Pamer Ambarita dan Seri Maulina. "Pembuatan Asam Oksalat dari Pelepeh Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dengan Kalsium Hidroksida", h. 2.

c. Tahap Pengasaman

Endapan yang terjadi diasamkan dengan asam sulfat.



d. Tahap Pengkristalan

Filtrat di pekatkan dengan pemanasan yang dilanjutkan pendinginan supaya terbentuk asam oksalat.

3. Kegunaan Asam Oksalat

Oksalat memiliki peran bagi tanaman tidak hanya untuk kepentingan ekologis dari serangan herbivora saja melainkan untuk kepentingan fisiologis tanaman tersebut. Oksalat dapat berbentuk oksalat terlarut (*soluble oxalate*) dan oksalat tidak terlarut (*insoluble oxalate*). Oksalat terlarut dapat berupa asam oksalat dan oksalat tidak terlarut dapat berupa kalsium oksalat.⁴³ Asam oksalat dan garamnya dapat digunakan sebagai zat pemutih serat, reagen dalam analisis kimia, dalam pembuatan zat warna untuk kain, di pemurnian logam dalam mineral. Asam oksalat juga digunakan dalam bubuk pembersih sebagai agen penghilang karat dan pemoles logam.⁴⁴

Asam oksalat merupakan salah satu bahan baku yang dibutuhkan pada industri, yang mempunyai kegunaan lain sebagai berikut:⁴⁵

⁴³Agus Muji Santoso, "Distribution of Calcium Oxalate Cristal, Reduction of Oxalates, and the Effect of Cultivation Method on its Formation in Some Vegetables", *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNSI* (2013): h. 1.

⁴⁴Yos Pauer Ambarita, dkk, "Pembuatan Asam Oksalat dari Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) melalui Reaksi Oksidasi Asam Nitrat", h. 47.

⁴⁵Puspita Cinantya, "Ekstraksi Asam Oksalat Dari Tongkol Jagung Dengan Pelarut HNO₃", *Skripsi* (2015): h. 10-11.

a. Pemisahan unsur tanah jarang

Asam oksalat digunakan untuk pemisahan unsur tanah jarang karena memiliki kelarutan rendah dalam asam. Sebagai contoh untuk dekomposisi biji fosfat dalam tanah jarang, seperti monasit dan xenotim

b. *Metal treatment*

Asam oksalat digunakan pada industri logam untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada permukaan logam yang akan di cat. Hal ini dilakukan karena kotoran tersebut dapat menimbulkan korosi pada permukaan logam setelah proses pengecatan selesai dilakukan.

c. Pelapisan oksalat (*Oxalate coatings*)

Pelapisan oksalat telah digunakan secara umum, karena asam oksalat dapat digunakan untuk melapisi logam stainless steel, kromium dan titanium. Sedangkan lapisan lain seperti fosfat tidak dapat bertahan lama apabila dibandingkan dengan menggunakan pelapisan oksalat. Pelapisan asam oksalat menghasilkan tebal lebih dari 60 μm dapat diperoleh tanpa menggunakan teknik khusus. Pelapisannya bersifat keras, tahan terhadap korosi dan cukup atraktif warnanya sehingga tidak diperlukan pewarnaan.

d. *Metal Cleaning*

Asam oksalat adalah senyawa yang digunakan untuk membersihkan radiator kendaraan, rel kereta api dan kontaminan radioaktif untuk reaktor pada proses pembakaran. Dalam membersihkan logam, asam oksalat menghasilkan kontrol pH yang baik. Banyak industri yang mengaplikasikan cara ini berdasarkan sifatnya dan keasamannya.

e. *Textiles*

Asam oksalat banyak digunakan sebagai mordant dalam proses pencelupan kain. Selain itu asam oksalat juga digunakan untuk membunuh bakteri yang ada pada kain.

4. Sumber Asam Oksalat

Asam oksalat terdistribusi secara luas dalam bentuk garam potassium dan kalsium yang terdapat pada tumbuhan seperti batang pisang, bayam, jeruk teh, coklat, buncis, belimbing dan lain-lain.⁴⁶ Distribusi asam oksalat pada bagian-bagian tanaman tidak merata. Bagian daun umumnya lebih banyak mengandung asam oksalat dibandingkan dengan tangkai, sedangkan dalam *poligonaceae*, kandungan asam oksalat pada *petiole* hampir dua kali lebih besar dari pada tangkai. Umumnya daun muda mengandung asam oksalat lebih sedikit dibandingkan dengan daun tua. Misalnya pada daun *Chenopodiaceae*, proporsi asam oksalat dapat bertambah dua kali lipat selama proses penuaan.⁴⁷

Bahan baku yang dapat dibuat asam oksalat diantaranya yaitu:⁴⁸

- a. Bahan yang mengandung glukosa yaitu ada pada tetes tebu/molasse, nira aren, nira kelapa, nira tebu, sari buah-buahan dan lain-lain.
- b. Bahan yang mengandung pati/karbohidrat terdapat pada umbi-umbian seperti sagu, singkong, ketela, gaplek, ubi jalar, talas, ganyong, jagung dan lain-lain.

⁴⁶Iloan Pandang H M, dkk, "Pembuatan Asam Oksalat dari Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dengan Kalsium Hidroksida", h. 2.

⁴⁷Dessy Ratnasari, "Pembuatan Asam Oksalat dari Kulit Singkong dengan Variasi Konsentrasi HNO₃ dan Lama Pemanasan pada proses Hidrolisis", h. 24.

⁴⁸Elda Melwita Dan Effan Kurniadi, "Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi H₂SO₄ pada Pembuatan Asam Oksalat dari Tongkol Jagung", h. 58.

- c. Bahan yang mengandung selulosa terdapat dalam serat seperti serat kayu, serat tandan kosong kelapa sawit, serat pisang, serat nanas, ampas tebu dan lain-lain

Faktor-faktor yang berpengaruh pada pembuatan asam oksalat:⁴⁹

- a. Waktu Pemasakan

Waktu yang lama akan memperbesar kesempatan zat-zat pereaksi bersentuhan dan mengakibatkan asam oksalat yang diperoleh relatif banyak. Tetapi waktu pemasakan yang cukup lama akan menyebabkan hasil lanjut terhadap asam oksalat yang dihasilkan.

- b. Suhu

Suhu berpengaruh pada konstanta kecepatan reaksi. Jika suhu tinggi, konstanta kecepatan reaksi semakin besar sehingga reaksi semakin cepat. Tetapi suhu yang terlalu tinggi akan menguraikan asam oksalat.

- c. Volume Pelarut

Volume pelarut yang semakin banyak akan memperluas gerakan pada molekul-molekul yang ada sehingga hasil yang diharapkan semakin banyak. Tetapi volume pelarut yang terlalu banyak akan mengurangi hasil yang diinginkan, karena asam oksalat akan terurai lebih lanjut menjadi CO_2 dan H_2O .

5. Pengaruh Asam Oksalat terhadap tubuh manusia

Asam oksalat ditemukan pada beberapa sayuran dan buah-buahan dalam jumlah rendah. Asam oksalat juga mengganggu absorpsi kalsium oleh pembentukan senyawa kalsium yang tidak larut. Pada sel tumbuhan biasanya oksalat ditemukan dalam bentuk garam oksalat (kalsium oksalat) yang terdapat dalam sel vakuola dan dibentuk dari ion kalsium (Ca^{2+}) dengan asam oksalat. Umumnya asam oksalat

⁴⁹Iriany, dkk, "Pembuatan Asam Oksalat dari Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) dengan Metode Peleburan Alkali", h. 2.

mudah larut dalam air kecuali garam-garam oksalat dari logam alkali tanah (Mg, Ca, Be dan lain-lain). Garam oksalat ini akan larut jika direaksikan dengan asam asetat (CH₃COOH), asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H₂SO₄).⁵⁰

Kadar ion oksalat yang tinggi tidak baik untuk kesehatan, bahkan dapat menimbulkan gangguan kesehatan yang serius seperti terjadinya ketidak seimbangan ion terutama pada pengikatan kalsium (Ca) oleh ion oksalat dalam tubuh dan gangguan ginjal seperti pengendapan kalsium oksalat di dalam ginjal yang dikenal dengan sebutan batu ginjal. Asam Oksalat merupakan jenis asam organik yang ditemukan dalam setiap tanaman, hewan dan manusia. Tubuh manusia juga memiliki kecenderungan untuk mengubah beberapa zat kimia lainnya menjadi asam oksalat. Salah satu pengaruh asam oksalat bagi tubuh yaitu penyakit batu ginjal.⁵¹

Asam oksalat dalam tubuh manusia membentuk senyawa yang tak larut dan tidak dapat diserap tubuh. Senyawa ini menumpuk dan membentuk butiran yang tajam dalam saluran kemih dan butiran ini apabila menumpuk terus menerus maka akan terbentuk batu di ginjal maupun di saluran kemih. Asam oksalat bersama-sama dengan kalsium dalam tubuh manusia membentuk senyawa yang tak larut dan tak dapat diserap tubuh, hal ini tak hanya mencegah penggunaan kalsium yang juga terdapat dalam produk-produk yang mengandung oksalat, tetapi menurunkan CDU dari kalsium yang diberikan oleh bahan pangan lain. Hal tersebut menekan mineralisasi kerangka dan mengurangi penambahan berat badan.⁵²

⁵⁰Dessy Ratnasari, "Pembuatan Asam Oksalat dari Kulit Singkong dengan Variasi Konsentrasi HNO₃ dan Lama Pemanasan pada proses Hidrolisis", h. 25-26.

⁵¹Dessy Ratnasari, "Pembuatan Asam Oksalat dari Kulit Singkong dengan Variasi Konsentrasi HNO₃ dan Lama Pemanasan pada proses Hidrolisis", h. 26.

⁵²Dessy Ratnasari, "Pembuatan Asam Oksalat dari Kulit Singkong dengan Variasi Konsentrasi HNO₃ dan Lama Pemanasan pada proses Hidrolisis", h. 26.

Kadar asam oksalat dalam tubuh harus dikurangi karena pengaruh distropik oleh oksalat tergantung pada ratio molar antara asam oksalat dan kalsium, hal itu dapat dicegah melalui cara, yaitu:⁵³

1. Menghilangkan oksalat dengan membatasi konsumsi bahan makanan yang banyak mengandung oksalat yang larut, yaitu dengan menghindari makan dalam jumlah besar atau juga menghindari makan dalam jumlah kecil tetapi berulang-ulang. Mengkombinasikan beberapa makanan yang banyak mengandung oksalat perlu juga dihindari.
2. Dengan cara menaikkan supply kalsium yang akan dapat menetralkan pengaruh dari oksalat.
3. Memasak bahan makanan yang mengandung asam oksalat hingga mendidih dan membuang airnya sehingga dapat memperkecil proporsi asam oksalat dalam bahan makanan. Menganalisis suatu senyawa zat kimia dapat dilakukan antara lain analisi dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

G. *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi adalah spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi *fourier* untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak.

⁵³Dessy Ratnasari, "Pembuatan Asam Oksalat dari Kulit Singkong dengan Variasi Konsentrasi HNO₃ dan Lama Pemanasan Pada Proses Hidrolisis", h. 26-27.

Selain itu, masing-masing kelompok fungsional menyerap sinar inframerah pada frekuensi yang unik.⁵⁴

Fourier Transform Infra Red (FTIR) dalam teknik ini memberikan informasi dalam hal kimia, seperti struktur dan konformasional pada polimer dan polipaduan, perubahan induksi tekanan dan reaksi kimia. Dalam teknik ini padatan diuji dengan sinar infra merah yang melalui tempat kristal sehingga terjadi kontak dengan permukaan cuplikan. Degradasi atau induksi oleh oksidasi, panas, maupun cahaya, dapat diikuti dengan cepat melalui inframerah. Sensitivitas FTIR adalah 80-200 kali lebih tinggi dari instrumentasi dispersi standar karena resolusinya lebih tinggi.⁵⁵

Radiasi gelombang elektromagnetik mengenai suatu materi, maka akan terjadi suatu interaksi, diantaranya berupa penyerapan energi (absorpsi) oleh atom-atom atau molekul-molekul dari materi tersebut. Absorpsi sinar ultraviolet dan cahaya tampak akan mengakibatkan tereksitasinya elektron. Sedangkan absorpsi radiasi inframerah, energinya tidak cukup untuk mengeksitasi elektron, namun menyebabkan peningkatan amplitudo getaran (vibrasi) atom-atom pada suatu molekul. Hal yang sangat unik pada penyerapan radiasi gelombang elektromagnetik adalah bahwa suatu senyawa menyerap radiasi dengan panjang gelombang tertentu bergantung pada struktur senyawa tersebut. Absorpsi khas inilah yang mendorong pengembangan metode spektroskopi, baik spektroskopi atomik maupun molekuler yang telah

⁵⁴Siti Silviyah, dkk, "Penggunaan Metode FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk Mengidentifikasi Gugus Fungsi pada Proses Pembaluran Penderita Mioma", *Jurnal Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya*, (2014): h. 2.

⁵⁵Budi Gunawan dan Citra Dewi Azhari, "Karakterisasi Spektrofotometri IR dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Sensor Gas dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (PEG)", (2015), h. 7.

memberikan sumbangan besar bagi dunia ilmu pengetahuan terutama dalam usaha pemahaman mengenai susunan materi dan unsur-unsur penyusunnya.⁵⁶

FTIR digunakan suatu interferometer Michelson sebagai pengganti monokromator yang terletak didepan monokromator. Interferometer ini akan memberikan sinyal ke detektor sesuai dengan intensitas frekuensi vibrasi molekul yang berupa interferogram. Interferogram juga memberikan informasi yang berdasarkan pada intensitas spektrum dari setiap frekuensi. Informasi yang keluar dari detektor diubah secara digital dalam komputer dan ditransformasikan sebagai domain, tiap-tiap satuan frekuensi dipilih dari interferogram yang lengkap (*fourier transform*). Kemudian sinyal itu diubah menjadi spektrum inframerah sederhana. Spektroskopi FTIR digunakan untuk:⁵⁷

1. Mendeteksi sinyal lemah
2. Menganalisis sampel dengan konsentrasi rendah
3. Analisis getaran

Proses dari alat instrument spektroskopi FTIR yaitu:⁵⁸

1. Sumber energi: energi inframerah dipancarkan dari sebuah sumber yang disebut *glowing black-body* dan sinar yang dihasilkan dilewatkan melalui celah yang dapat mengontrol jumlah energi yang mengenai sampel.

⁵⁶Choirul Anam, dkk, "Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR". *Berkala Fisika*, ISSN : 1410 – 9662, vol 10, no.1, April (2007), h. 79-80.

⁵⁷Budi Gunawan, Citra Dewi Azhari, "Karakterisasi Spektrofotometri IR Dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Sensor Gas dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (PEG)", (2015), h. 7.

⁵⁸Fatimah Syafiqoh, "Analisis Gelatin Sapi dan Gelatin Babi pada Produk Cangkang Kapsul Keras Obat dan Vitamin Menggunakan FTIR dan KCKT". *Skripsi* (Jakarta: Fak. Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Syarif Hidayatullah, 2014). h. 19.

2. Interferometer: sinar memasuki interferometer dimana sinar tersebut akan diubah menjadi sinyal interferogram yang akan keluar dari interferometer.
3. Sampel: sinar memasuki ruang sampel kemudian diteruskan/dipantulkan dari permukaan sampel tergantung dari jenis analisis yang digunakan.
4. Detektor: Sinar diteruskan pada detektor sebagai pengukuran akhir.
5. Komputer: sinyal yang telah diukur akan terbaca/terekam pada komputer sebagai kromatogram.

Spektrum inframerah terletak pada daerah dengan panjang gelombang berkisar 0,78-1000 μm atau bilangan gelombang 12.800 sampai 10^{-7} . Instrumentasi spektrum inframerah dibagi dalam tiga radiasi, yaitu inframerah dekat, inframerah pertengahan dan inframerah jauh.⁵⁹ Interaksi energi inframerah menyebabkan terjadinya vibrasi molekul. Ketika radiasi inframerah dilewatkan pada suatu cuplikan maka molekulnya dapat mengabsorpsi energi dan terjadilah tingkat vibrasi tereksitasi. Energi yang terserap ini dalam bentuk panas bila molekul kembali ke keadaan dasar, supaya molekul dapat kembali menyerap energi inframerah.⁶⁰ Dapat dilihat pada Tabel 2.4 dibawah ini.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

⁵⁹Maria Bintang, *Biokimia* (Jakarta : Erlangga, 2010), h. 197.

⁶⁰Unang Supratman, *Elusidasi Struktur Senyawa Organik*, (Jakarta: Widya Padjajaran, 2010): h. 86.

Tabel 2.4 Instrumentasi Spektrum Inframerah⁶¹

Daerah	Panjang Gelombang (λ) μm	Bilangan Gelombang (σ) Cm^{-1}	Frekuensi (ν) Hz
Dekat	0,78-25	12.800-4000	$3,8 \times 10^{14} + 1,2 \times 10^{14}$
Pertengahan	2,5-50	4000-200	$1,2 \times 10^{14} + 6,0 \times 10^{12}$
Jauh	50-1000	200-10	$6,0 \times 10^{12} + 3,0 \times 10^{11}$

(Sumber : Maria Bintang)

Analisis spektrofotometer inframerah (IR) digunakan untuk mengetahui gugus-gugus yang terbentuk dari sampel yang dihasilkan dan juga memprediksikan reaksi polimerisasi yang terjadi. Analisis ini didasarkan pada analisis dari panjang gelombang puncak-puncak karakteristik dari suatu sampel. Panjang gelombang puncak-puncak tersebut menunjukkan adanya gugus fungsi tertentu yang ada pada sampel, karena masing-masing gugus fungsi memiliki puncak karakteristik yang spesifik untuk gugus fungsi tertentu.⁶²

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
 M A K A S S A R

⁶¹Maria Bintang, *Biokimia*, h. 197.

⁶²Budi Gunawan, Citra Dewi Azhari, "Karakterisasi Spektrofotometri IR Dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Sensor Gas Dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (PEG)", (2015), h. 7.

Berikut beberapa senyawa dengan daerah serapan khasnya pada Tabel 2.5⁶³

Tabel.2.5 Serapan Khas Beberapa Gugus

Gugus	Jenis Senyawa	Daerah Serapan
C-H	Alkana	2850-2960, 1350-1470
C-H	Alkena	3020-3080, 675-1000
C-H	Aromatik	3000-3100, 675-870
C-H	Alkana	3300
C≡C	Alkana	2100-2260
C=C	Alkena	1640-1680
C=C	Aromatic (cincin)	1500-1600
O-H	Alkohol, fenol (monomer)	3610-3640
O-H	Alkohol, fenol (ikatan H)	200-3600 (lebar)
O-H	Asam karboksilat	500-3000 (lebar)
C-O	Alkohol, eter, asam	1080-1300
C=O	karboksilat, ester Aldehid, keton, asam karboksilat, ester	1690-1760

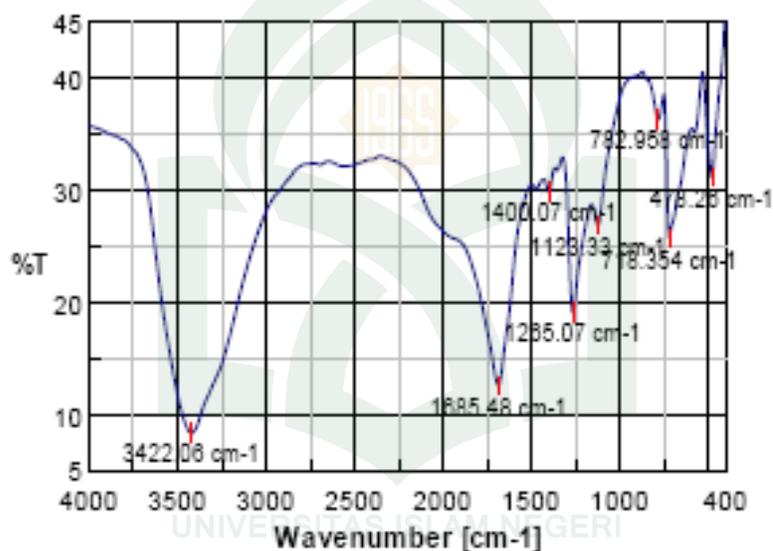
(Sumber : Ilhamsyah Noor)

Keuntungan menggunakan FTIR adalah akurat, aman, cepat, dan sensitif. Berdasarkan prinsip kerjanya FTIR dapat mengenali gugus fungsional secara spesifik dalam suatu komponen. Setiap gugus fungsional dapat tercatat dalam panjang

⁶³Ilhamsyah Noor, "Isolasi dan Karakterisasi β -Glukan dari Tubuh Buah Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan Metode Spektroskopi UV-Visibel dan FTIR", *Skripsi*, (2010), h. 36.

gelombang tertentu. Dengan metode FTIR, setiap kelompok komponen akan terdeteksi dalam panjang gelombang dan nilai absorbansi yang berbeda.⁶⁴

Penggunaan FTIR dalam pengujian asam oksalat telah banyak dilakukan peneliti sebelumnya dengan bahan-bahan yang berbeda. Di antaranya yaitu pada Gambar 2.6 hasil serapan asam oksalat yang terbuat dari alang-alang dan Gambar 2.7 hasil serapan asam oksalat yang terbuat dari pelepah kelapa sawit. Asam oksalat standar dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut:⁶⁵



Sumber : Zultiniar

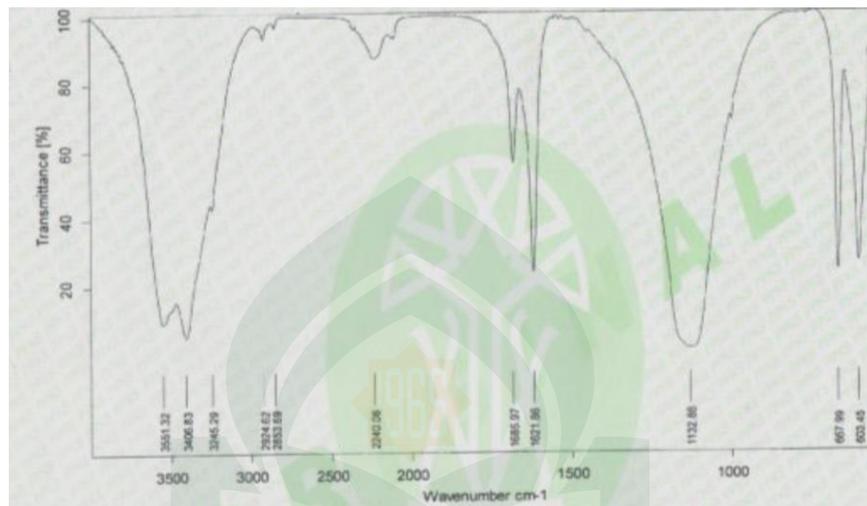
Gambar 2.5 Spektrum FTIR Asam Oksalat Standar

Spektrum FTIR asam oksalat pada Gambar 2.5 dapat dilihat asam oksalat standar memiliki serapan kuat vibrasi rentangan gugus hidroksil terdapat pada bilangan gelombang 3200-3700 cm^{-1} . Gugus hidroksil dikarakterisasi pada serapan kuat dan tajam pada 3422,06 cm^{-1} . Gugus C=O dengan bilangan gelombang 1685,48

⁶⁴Mona Airin, dkk, "Fourier Transform Infrared sebagai Metode Alternatif Penetapan Tingkat Stres Pada Sapi", vol. 15 no. 1 ISSN : 1411 – 8327 (2014): h. 59-60.

⁶⁵Zultiniar, dkk, "Pengaruh Temperatur pada Proses Pembuatan Asam Oksalat dari Ampas Tebu", *Jurnal Teknobiologi III* (1) ISSN : 2087 – 5428 (2012): h. 31-34.

cm^{-1} , gugus C-O dengan bilangan gelombang $1123,33 \text{ cm}^{-1}$, gugus C-H dengan bilangan gelombang $718,35 \text{ cm}^{-1}$ dan gugus O-H dengan bilangan gelombang $3422,06 \text{ cm}^{-1}$.⁶⁶



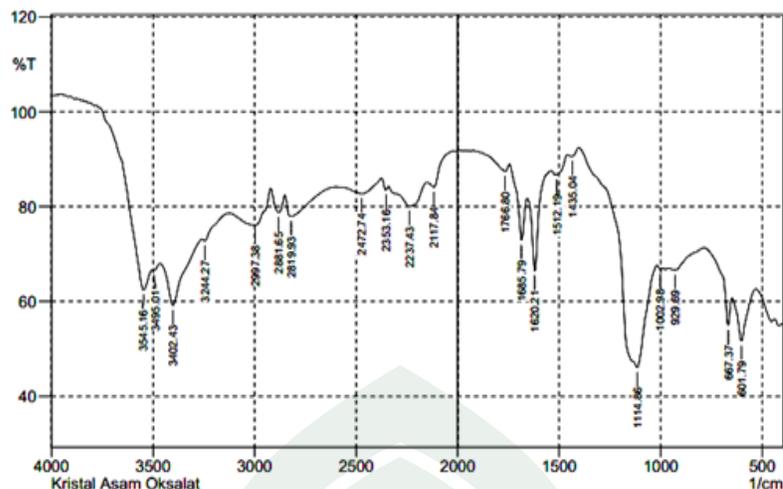
(Sumber: Seri Maulina dan M. Hidayat Hasibuan, 2016)

Gambar 2.6 Hasil Serapan Inframerah (IR) Asam Oksalat dari Pelelah Kelapa Sawit

Sementara Gambar 2.6 merupakan hasil serapan asam oksalat yang terbuat dari pelelah kelapa sawit. Vibrasi regangan gugus hidroksil (O-H) asam oksalat yaitu $3406,83 \text{ cm}^{-1}$, gugus C=O yaitu $1685,97 \text{ cm}^{-1}$, Gugus C-O $1132,86 \text{ cm}^{-1}$.⁶⁷

⁶⁶Seri Maulina dan M. Hidayat Hasibuan. "Pembuatan Asam Oksalat dari Pelelah Kelapa Sawit menggunakan Metode Peleburan Alkali". *Jurnal Teknik Kimia USU* 5, no. 3 (September 2016). h. 48.

⁶⁷Maulina, Seri dan M. Hidayat Hasibuan. "Pembuatan Asam Oksalat dari Pelelah Kelapa Sawit menggunakan Metode Peleburan Alkali". *Jurnal Teknik Kimia USU* 5, no. 3 (September 2016). h. 48.



(Sumber : Iryani, dkk.)

Gambar 2.7 Spektrum FTIR Asam Oksalat Hasil Sintesis

Sedangkan asam oksalat hasil sintesis dari alang-alang memiliki vibrasi regangan gugus hidroksil pada bilangan gelombang $3402,43 \text{ cm}^{-1}$. Selain itu pada gugus yang lain juga didapat hal yang serupa, seperti pada gugus $\text{C}=\text{C}$ yaitu pada bilangan gelombang $1685,48 \text{ cm}^{-1}$ pada asam oksalat standard dan $1685,79/1620,21 \text{ cm}^{-1}$ pada asam oksalat hasil sintesis. Pada gugus $\text{C}-\text{O}$ yaitu pada bilangan gelombang $1123,33 \text{ cm}^{-1}$ pada asam oksalat standar dan $1114,86 \text{ cm}^{-1}$ pada asam oksalat hasil analisa. Dari vibrasi rentangan antara asam oksalat standard dengan asam oksalat hasil sintesis alang-alang memiliki puncak yang tidak jauh berbeda. Hal ini membuktikan bahwa dalam penelitian ini, senyawa yang dihasilkan merupakan asam oksalat.⁶⁸

⁶⁸Iriany, dkk. "Pembuatan Asam Oksalat dari Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) dengan Metode Peleburan Alkali". h. 18.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Persiapan dan penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2016 sampai Desember 2016. Bertempat di Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Kimia Fisika Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat

Alat yang digunakan adalah instrumen spektrofotometer Infra Merah (FTIR), alat penentuan titik leleh (Kruss SM 5000), serangkaian alat refluk, neraca analitik, labu leher tiga, hot plate, erlenmeyer 250 mL, gelas kimia, gelas ukur, buret basa, pipet skala, termometer 110°C dan 360°C, statif dan klem, bulp, blender, batang pengaduk, spatula dan corong.

2. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu aquades (H_2O), asam sulfat (H_2SO_4) 4N, etanol 96%, indikator fenolftalein (PP), kalsium klorida ($CaCl_2$) 10%, kertas saring whatman no. 42, limbah pisang kepok (*Musa paradisiaca*), natrium hidroksida (NaOH) 3N, 4 N dan 5 N, dan parafin.

C. Prosedur Kerja

Prosedur kerja dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hidrolisis Batang Pisang untuk menghasilkan Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$)

Hidrolisis selulosa yang dilakukan mengikuti cara kerja Iriani *dkk* (2015) dengan sedikit perubahan yaitu batang pisang dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan dengan panas matahari hingga kadar airnya hilang. Batang pisang yang telah kering diblender sampai terbentuk serbuk. Selanjutnya serbuk batang pisang ditimbang sebanyak 10 g. Serbuk batang pisang yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam labu leher tiga kemudian ditambahkan larutan NaOH 3N sebanyak 100 ml dan dipanaskan selama 60 menit pada suhu 98 °C. Selanjutnya didinginkan selama beberapa menit, disaring dan endapannya dicuci dengan aquades panas sampai volume 160 mL, larutan ini sebagai larutan induk sampel. Pekerjaan tersebut dilakukan kembali untuk variasi waktu 70 menit dan 80 menit. Selanjutnya pekerjaan yang sama seperti diatas dilakukan pada konsentrasi NaOH 4 N dan 5 N.

2. Pembuatan Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$)

Pembuatan asam oksalat yang dilakukan mengikuti cara kerja Iriani *dkk* (2015) dengan sedikit perubahan yaitu larutan induk sampel diambil 10 mL kemudian ditambahkan larutan $CaCl_2$ 10% sehingga terbentuk kalsium oksalat. Kalsium oksalat tersebut ditambahkan dengan 40 mL H_2SO_4 4 N dan didiamkan selama 24 jam sampai terbentuk endapan kalsium sulfat. Endapan disaring dan dicuci menggunakan 15 mL etanol 96 %. Filtrat dipanaskan pada temperatur 70 °C selama \pm 1 jam. Filtrat didiamkan selama 24 jam ke dalam wadah yang bersih es batu sampai terbentuk endapan asam oksalat. *Yield* asam oksalat dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Yield (\%) = \frac{Berat Hasil}{Berat Sampel} \times 100$$

3. Analisis Asam Oksalat Limbah Batang Pisang

Analisis asam oksalat dari limbah batang pisang dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

a. Analisis dengan FTIR

Identifikasi dengan FTIR mengikuti cara kerja yang dilakukan oleh Elmila (2011) dengan sedikit perubahan. Sampel asam oksalat ditambahkan dengan beberapa gram KBr lalu digerus hingga halus. Selanjutnya dimasukkan ke dalam pellet press secara merata. Selanjutnya pellet yang terbentuk dipindahkan dengan hati-hati ke dalam sel holder menggunakan spatula. Setelah itu, diatur alat spektrofotometer Infra Merah (FTIR) dengan kecepatan kertas pada posisi “normal”. Apabila skala kertas sudah tepat, dengan cara yang sama dibuat spektrum infra merah dari sampel yang sudah disiapkan, kemudian ditentukan gugus fungsinya.

b. Titrasi Asam Basa

Titrasi asam basa mengikuti analisis metode standar (*official methods of analysis*, 1999) dengan sedikit perubahan yaitu dengan cara ± 1 g asam oksalat dilarutkan dengan aquades, sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer 25 ml, ditambahkan dengan fenolftalein sebanyak 3 tetes, kemudian dititrasi dengan NaOH 0,1N sampai larutan timbul warna merah muda.

c. Uji Titik Leleh

Penentuan titik leleh yang mengikuti metode standar (*Handbook of Food Analysis*, 2012) dengan sedikit perubahan yaitu ± 1 g asam oksalat dimasukkan ke dalam pipa kapiler diletakkan diatas plat penentuan titik leleh, kemudian alat dihidupkan. Lalu diamati dan dicatat temperatur titik lelehnya.

4. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan software SPSS versi 16 (2007) dengan metode standar statistik anava dua arah. Kriteria penerimaan atau penolakan hipotesis dapat dilihat . Jika nilai signifikan p (probabilitas) $< 0,05$ maka H_1 (adanya perbedaan terhadap parameter) diterima dan H_0 (tidak adanya perbedaan terhadap parameter) ditolak. Dimana tingkat kepercayaannya 95 % dan tingkat probabilitas (p) 0,05 atau tingkat kesalahannya 5 %.



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Hidrolisis Batang Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.)

Penelitian ini menggunakan limbah batang pisang kepok sebagai bahan dasar dalam pembuatan asam oksalat dengan metode peleburan alkali (NaOH). Selanjutnya asam oksalat yang dihasilkan ditentukan kuantitasnya. Uji lain yang dilakukan adalah uji FTIR, uji titrasi asam basa dan uji titik lebur asam oksalat. Hasil penelitian ini dapat dilihat pada table, grafik dan hasil spektrum *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) berikut :

1. Pengaruh konsentrasi pelarut dan waktu terhadap yield asam oksalat yang dihasilkan

Berat asam oksalat yang diperoleh merupakan salah satu dasar dalam menentukan *yield* asam oksalat yang dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 : Berat Asam Oksalat

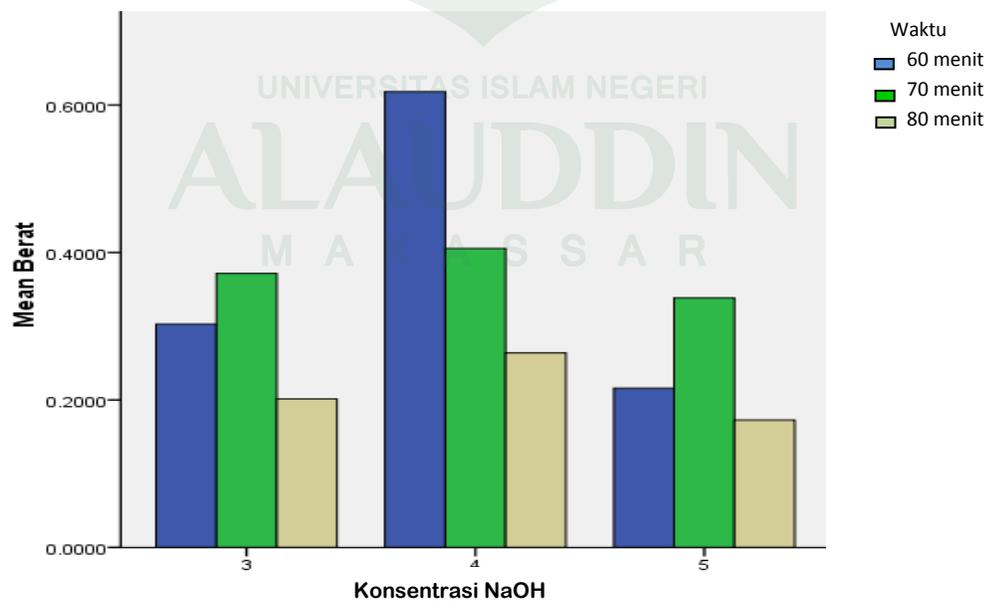
Konsentrasi	Menit	Berat C ₂ H ₂ O ₄ (g)		Berat C ₂ H ₂ O ₄ Rata-rata (g)	Yield C ₂ H ₂ O ₄ %
		Hasil I	Hasil II		
3 N	60	0,2645	0,3412	0,3028	3,03
	70	0,3322	0,4108	0,3715	3,72
	80	0,2413	0,1616	0,2014	2,01
4 N	60	0,7133	0,5228	0,61805	6,18
	70	0,3788	0,2977	0,52765	5,28
	80	0,4099	0,4010	0,40545	4,05
5 N	60	0,2025	0,2296	0,21605	2,16
	70	0,2319	0,2955	0,2637	2,64
	80	0,1501	0,1952	0,17265	1,73

Berdasarkan Tabel 4.1 dengan menggunakan software statistik SPSS versi 16 (2007), maka dapat diketahui nilai signifikan konsentrasi dan waktu terhadap berat asam oksalat yang diperoleh seperti pada Tabel 4.2.

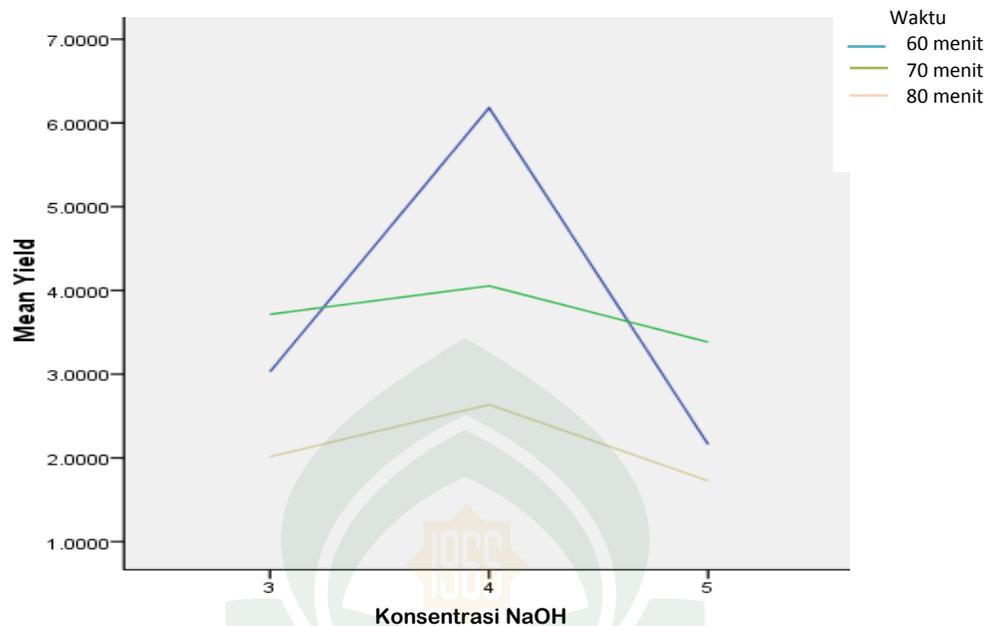
Tabel 4.2 Pengaruh Konsentrasi dan Waktu terhadap Berat Asam Oksalat

Sumber Variasi	Sig.
Konsentrasi	0,000
Waktu	0,002
Interaksi (Konsentrasi dan waktu)	0,018

Data signifikan pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa konsentrasi dan waktu peleburan adanya pengaruh terhadap berat asam oksalat yang diperoleh. Pengaruh konsentrasi dan waktu terhadap berat dan *yield* asam oksalat dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Pengaruh Konsentrasi dan Waktu terhadap Berat Asam Oksalat



Gambar 4.2 Pengaruh Konsentrasi dan Waktu terhadap Yield Asam Oksalat

Berdasarkan data dari table dan grafik, dapat diketahui berat maksimum dan *yield* maksimum asam oksalat yang diperoleh yaitu sebesar 0,6181 g (*yield* 6,181%) pada konsentrasi 4 N dan waktu peleburan 60 menit.

2. Analisis FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Karakteristik FTIR asam oksalat standar dan hasil sintesis dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut :

Sumber Asam Oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)	Hasil Serapan		
	Gugus O-H	Gugus C=O	Gugus C-O
Standar (Iriani, dkk 2016)	3422,06 cm^{-1}	1685,48 cm^{-1}	1123,33 cm^{-1}
Pelepah Kelapa Sawit (Seri Maulina, 2016)	3406,83 cm^{-1}	1685,97 cm^{-1}	1132,86 cm^{-1}
Limbah Batang Pisang	3406,29 cm^{-1}	1685,79 cm^{-1}	1153,43 cm^{-1}

B. Pembahasan

Asam oksalat merupakan senyawa organik bervalensi dua dan mengandung dua gugus karboksilat. Asam ini merupakan senyawa organik yang keras dan bersifat toksin. Asam oksalat banyak digunakan dalam industri sebagai bahan pembuat seluloid, rayon, bahan peledak, penyamakan kulit, pemurnian gliserol dan pembuatan zat warna. Selain itu asam oksalat juga dapat digunakan sebagai pembersih peralatan dari besi, katalis dan reagen laboratorium.

Asam oksalat dapat dihasilkan dari bahan-bahan berselulosa dengan metode peleburan alkali. Salah satu bahan yang berselulosa sangat melimpah adalah limbah batang pisang kepok, dimana kandungan selulosanya hingga 64%. Sementara limbah batang pisang kepok hanya sebagian kecil saja yang dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pakan ternak dan jika dalam jumlah besar akan menjadi sampah.

Pada penelitian ini, asam oksalat dibuat dari limbah batang pisang kepok dengan menggunakan metode peleburan alkali (NaOH). Pada penelitian pembuatan asam oksalat dilakukan sebanyak 2 kali (duplo) untuk setiap variasi. Variasi konsentrasi pelarut NaOH (3 N, 4 N dan 5 N) dan variasi waktu peleburan alkali (60, 70 dan 80 menit). Tujuan variasi konsentrasi NaOH dan waktu peleburan alkali yaitu untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu peleburan terhadap *yield* asam oksalat ($H_2C_2O_4$). Pembuatan asam oksalat dengan metode peleburan alkali melalui beberapa tahap yaitu tahap peleburan, pengendapan dan pengasaman.

1. Natrium Oksalat ($Na_2C_2O_4$)

Limbah batang pisang kepok yang sudah dibersihkan dan kering, dihaluskan menjadi serbuk kemudian dihidrolisis. Pada proses hidrolisis, lignoselulosa dalam

serbuk batang pisang dapat terpecah menjadi lignin, selulosa dan hemiselulosa dengan menggunakan natrium hidroksida (NaOH).

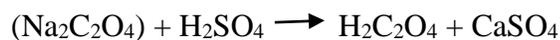
Tahap peleburan pada penelitian ini yaitu mereaksikan serbuk limbah batang pisang kepek dengan menggunakan pelarut NaOH. Perbandingan antara limbah batang pisang kepek dengan pelarut yaitu perbandingan 1:10. Fungsi penggunaan NaOH dengan perbandingan 1:10 untuk mempercepat proses hidrolisis atau pemecahan lignoselulosa dengan bantuan pemanasan pada suhu 98 °C. Larutan yang diperoleh dari tahap proses hidrolisis ini sebagai larutan induk sampel, dimana produk yang terbentuk yaitu natrium oksalat dengan hasil sampingnya yaitu natrium asetat dan natrium formiat. Untuk menghilangkan hasil sampingnya maka dilakukan tahap pengendapan, penyaringan dan pengasaman.

2. Asam Oksalat (H₂C₂O₄)

Tahap pengendapan pada penelitian ini yaitu penambahan dengan larutan kalsium klorida (CaCl₂) 10 %. Kalsium klorida (CaCl₂) 10 % ditambahkan agar membentuk kalsium oksalat (COO)₂Ca dan larutan natrium klorida (NaCl). Kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan kalsium oksalat (COO)₂Ca dan larutan natrium klorida (NaCl) sesuai dengan reaksi berikut :



Selanjutnya tahap pengasaman kalsium oksalat yang diperoleh ditambahkan dengan asam sulfat (H₂SO₄) 4 N sehingga terurai menjadi kalsium sulfat CaSO₄ dan larutan asam oksalat sesuai dengan reaksi berikut :



Asam oksalat dapat terbentuk karena larutan asam oksalat dalam keadaan lewat jenuh (*Supersaturated*). Hal ini terjadi karena pelarut sudah tidak mampu lagi melarutkan

zat terlarutnya. Salah satu cara untuk mengurangi jumlah pelarut yaitu penguapan dan pendinginan.

Hasil asam oksalat dari penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1. Ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi larutan NaOH 3 N dengan variasi waktu peleburan 60, 70 dan 80 menit, dihasilkan asam oksalat 3,03 %, 3,72 % dan 2,01 %. Nilai asam oksalat yang diperoleh tersebut, menunjukkan bahwa pada waktu peleburan 80 menit mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena telah tercapai waktu peleburan yang optimum pada konsentrasi larutan NaOH 3N. Pada konsentrasi larutan NaOH 4 N dengan variasi waktu peleburan 60, 70 dan 80 menit, menghasilkan asam oksalat 6,18 %, 5,28 % dan 4,05 %. Nilai asam oksalat tersebut menunjukkan bahwa pada waktu peleburan diatas 60 menit mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena telah tercapai waktu peleburan yang optimum pada konsentrasi larutan NaOH 4 N. Konsentrasi larutan NaOH 5 N dengan variasi waktu peleburan 60, 70 dan 80 menit, dihasilkan asam oksalat 2,16 %, 2,64 % dan 1,73 %. Nilai asam oksalat tersebut menunjukkan bahwa pada waktu peleburan 80 menit mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena telah tercapai waktu peleburan yang optimum pada konsentrasi larutan 5 N.

Ketiga variasi konsentrasi dan variasi waktu peleburan yang optimum pada penelitian ini yaitu terjadi pada konsentrasi 4N dan waktu peleburan 60 menit. Peleburan diatas 60 menit yaitu pada waktu pemasakan 70 menit *yield* asam oksalat yang dihasilkan menurun. Hal ini terlihat dengan semakin kecilnya *yield* asam oksalat yang diperoleh ketika melebihi waktu optimumnya yaitu 60 menit. Penurunan *yield* ini kemungkinan disebabkan oleh terjadinya dekomposisi oksalat menjadi komponen lain yang lebih kecil seperti CO_2 dan H_2O . *Yield* oksalat yang diperoleh yaitu 6,18%

pada konsentrasi 4 N dan waktu peleburan 60 menit. Hasil ini sesuai dengan hasil yang diperoleh Iriyani (2015), dimana asam oksalat dari rumput alang-alang diperoleh konsentrasi NaOH optimum dan waktu peluburan optimum adalah 4N dan 60 menit.

Berdasarkan hasil analisis secara statistik dapat dilihat pada Tabel 4.2, menunjukkan bahwa konsentrasi dan waktu peleburan berpengaruh terhadap berat atau *yield* asam oksalat. Konsentrasi mempunyai nilai signifikan $0,00 < 0,05$ sehingga H_1 (adanya perbedaan terhadap parameter) diterima dan H_0 (tidak adanya perbedaan terhadap parameter) ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap berat asam oksalat, yang pada tingkat kepercayaannya 95 % dan tingkat probabilitas (p) 0,05 atau tingkat kesalahannya 5 %. sedangkan waktu peleburan mempunyai nilai signifikan $0,002 < p < 0,05$ sehingga H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi dan waktu peleburan mempunyai pengaruh terhadap berat atau rendemen asam oksalat dengan tingkat kepercayaan 95%.

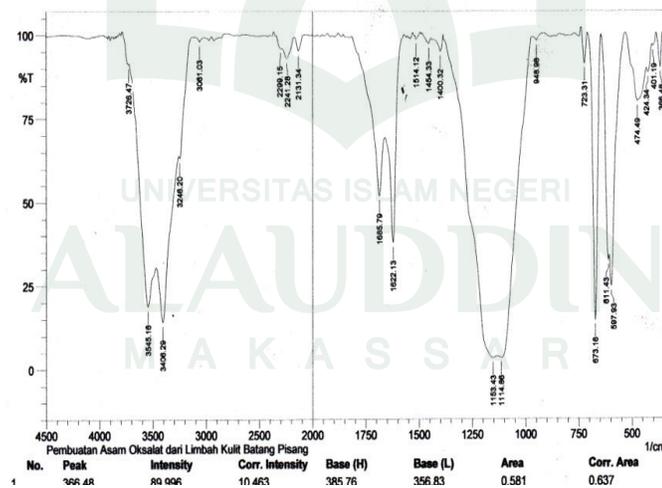
3. Hasil Analisis Karakteristik Asam Oksalat Limbah Batang Pisang Kepok

a. *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Sampel berupa serbuk limbah batang pisang didapat dari hasil metode peleburan alkali (NaOH) dan diidentifikasi keberadaan senyawa asam oksalat dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) digunakan untuk menguji adanya gugus-gugus asam oksalat pada sampel yang dihasilkan. Gugus fungsi pada asam oksalat dari sintesis limbah batang pisang kepok yang terbentuk dengan membandingkan gugus fungsi asam oksalat murni.

Metode yang digunakan adalah metode cakram KBr, dipilih metode ini karena sampel berupa serbuk padat dan mudah dilakukan. Sampel asam oksalat ditambahkan dengan KBr dengan perbandingan 1:10. Penggunaan KBr dengan perbandingan tersebut bertujuan agar terbentuk pellet yang tidak gelap sehingga mudah ditembus oleh inframerah dan KBr tidak menghasilkan serapan dari inframerah sehingga yang teramati adalah serapan langsung dari sampel yang dianalisa.

Analisis ini didasarkan pada analisis dari panjang gelombang puncak-puncak karakteristik dari suatu sampel. Panjang gelombang puncak-puncak tersebut menunjukkan adanya gugus fungsi tertentu yang ada pada sampel, karena masing-masing gugus fungsi memiliki puncak karakteristik yang spesifik untuk gugus fungsi tertentu. Hasil dari pengujian *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dari asam oksalat hasil sintesis dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil Serapan Inframerah (IR) Asam Oksalat dari Limbah Batang Pisang Kepok

Pada penelitian ini vibrasi regangan antara asam oksalat standar, asam oksalat pelepah kelapa sawit dengan asam oksalat hasil sintesis limbah batang pisang kepok dapat dilihat pada Tabel 4.2. Daerah serapan limbah batang pisang kepok yaitu

serapan pada gugus hidroksil (O-H) terdapat pada bilangan gelombang $3406,29\text{ cm}^{-1}$, gugus C=O yaitu pada bilangan gelombang $1685,79\text{ cm}^{-1}$ dan gugus C-O yaitu pada bilangan gelombang $1153,43\text{ cm}^{-1}$. Hasil serapan asam oksalat dari limbah batang pisang kepok tidak terlalu jauh berbeda dengan asam oksalat sintesis pelepah kelapa sawit yaitu pada gugus hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang $3406,83\text{ cm}^{-1}$, gugus C=O yaitu pada bilangan gelombang $1685,97\text{ cm}^{-1}$ dan gugus C-O yaitu pada bilangan gelombang $1132,86\text{ cm}^{-1}$. Asam oksalat standar yaitu pada gugus hidroksil (O-H) serapan kuat dan tajam pada bilangan gelombang $3422,06\text{ cm}^{-1}$. gugus C=O berada pada bilangan gelombang $1685,48$ dan gugus C-O berada pada bilangan gelombang $1123,33\text{ cm}^{-1}$. Hal ini membuktikan bahwa dalam penelitian ini, senyawa yang dihasilkan merupakan asam oksalat. Puncak-puncak lain yang terdapat pada hasil analisis FTIR asam oksalat sintesis dari limbah batang pisang menunjukkan bahwa asam oksalat yang diperoleh masih belum murni karena masih adanya pengotor pada asam oksalat.

b. Hasil Analisa Titrasi Asam Basa

Titration asam-basa adalah titration yang melibatkan asam maupun basa sebagai titran (zat yang telah diketahui konsentrasinya) maupun titrat (zat yang akan ditentukan kadarnya). Secara teknis, titration dilakukan dengan cara mereaksikan sedikit demi sedikit larutan penitrasi melalui buret, ke dalam larutan yang akan dititrasi dalam erlenmeyer. Kondisi pada saat terjadi perubahan warna indikator disebut titik akhir titration. Titik akhir titration diharapkan mendekati titik ekuivalen titration, yaitu kondisi pada saat larutan asam habis bereaksi dengan larutan basa.

Tujuan titration asam basa pada penelitian ini yaitu sebagai analisa kualitatif dan kuantitatif. Analisa kualitatif pada penelitian ini asam oksalat dilarutkan dalam

aquades (H_2O), kemudian ditambahkan dengan indikator *phenolphthalein* (PP). Larutan asam oksalat yang ditambahkan indikator *phenolphthalein* (PP) tidak menunjukkan adanya perubahan warna (warna tetap bening).

Larutan yang ditambahkan indikator dititiasi dengan larutan natrium hidroksida (NaOH). Setelah dititiasi dengan larutan natrium hidroksida 0,1 N, larutan analit dengan volume titran berturut-turut 1,7 ml, 3,0 ml dan 2,7 ml ditandai dengan berwarna bening berubah menjadi merah muda maka dikatakan bahwa asam oksalat yang diperoleh adalah positif. Perubahan warna menunjukkan titik akhir titrasi atau disebut dengan titik ekuivalensi. Perubahan warna yang ditimbulkan adalah karena indikator yang menanggapi munculnya kelebihan titran. Dari hasil titrasi yang dilakukan sebanyak 3 kali (triplo), identifikasi endapan asam oksalat didapat konsentrasi asam oksalat sebesar 0,2 N atau 2×10^{-4} N.

c. Hasil Analisa Uji Titik Leleh

Titik leleh adalah temperatur dimana zat padat berubah wujud menjadi zat cair pada tekanan satu atmosfer. Analisis titik leleh merupakan salah satu metode analisa secara kuantitatif dan merupakan salah satu teknik yang paling sederhana dalam mengidentifikasi zat kimia. Tujuan analisis uji titik leleh yaitu untuk menentukan kemurnian dan juga untuk mengidentifikasi suatu bahan kimia bahan yang dianalisis.

Titik leleh asam oksalat pada penelitian ini diperoleh sebesar 102,4 °C. Hal ini tidak jauh berbeda dengan asam oksalat dari sintesis alang-alang memiliki titik leleh sebesar 104 °C (Iriyani, 2015) dan asam oksalat murni memiliki titik leleh sebesar 101,5 °C. Maka dapat disimpulkan bahwa produk yang dihasilkan dari penelitian ini merupakan asam oksalat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai ekstraksi asam oksalat dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) menggunakan metode peleburan alkali, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi NaOH yang optimum pada pembuatan asam oksalat ($H_2C_2O_4$) dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) yaitu NaOH 4N dengan menghasilkan asam oksalat dengan berat 0,6181 g dan *yield* 6,18 %.
2. Waktu peleburan yang optimum pada pembuatan asam oksalat ($H_2C_2O_4$) dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca*) yaitu pada waktu 60 menit dengan menghasilkan asam oksalat 0,618 g dan *yield* 6,18 %.
3. Karakteristik asam oksalat ($C_2H_2O_4$) yang diperoleh dari limbah batang pisang kepok (*Musa paradisiaca*) dengan metode peleburan alkali yaitu mempunyai serapan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) yaitu serapan gugus hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang $3406,29\text{ cm}^{-1}$, gugus C=O yaitu pada bilangan gelombang $1685,79\text{ cm}^{-1}$ dan gugus C-O yaitu pada bilangan gelombang $1153,43\text{ cm}^{-1}$, uji titrasi asam basa sebesar 5×10^{-4} N dan uji titik leleh sebesar $102,4\text{ }^\circ\text{C}$.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka disarankan untuk peneliti selanjutnya. sebaiknya pada saat proses hidrolisis perlu dilakukan adanya pengadukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap rendemen asam oksalat yang diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

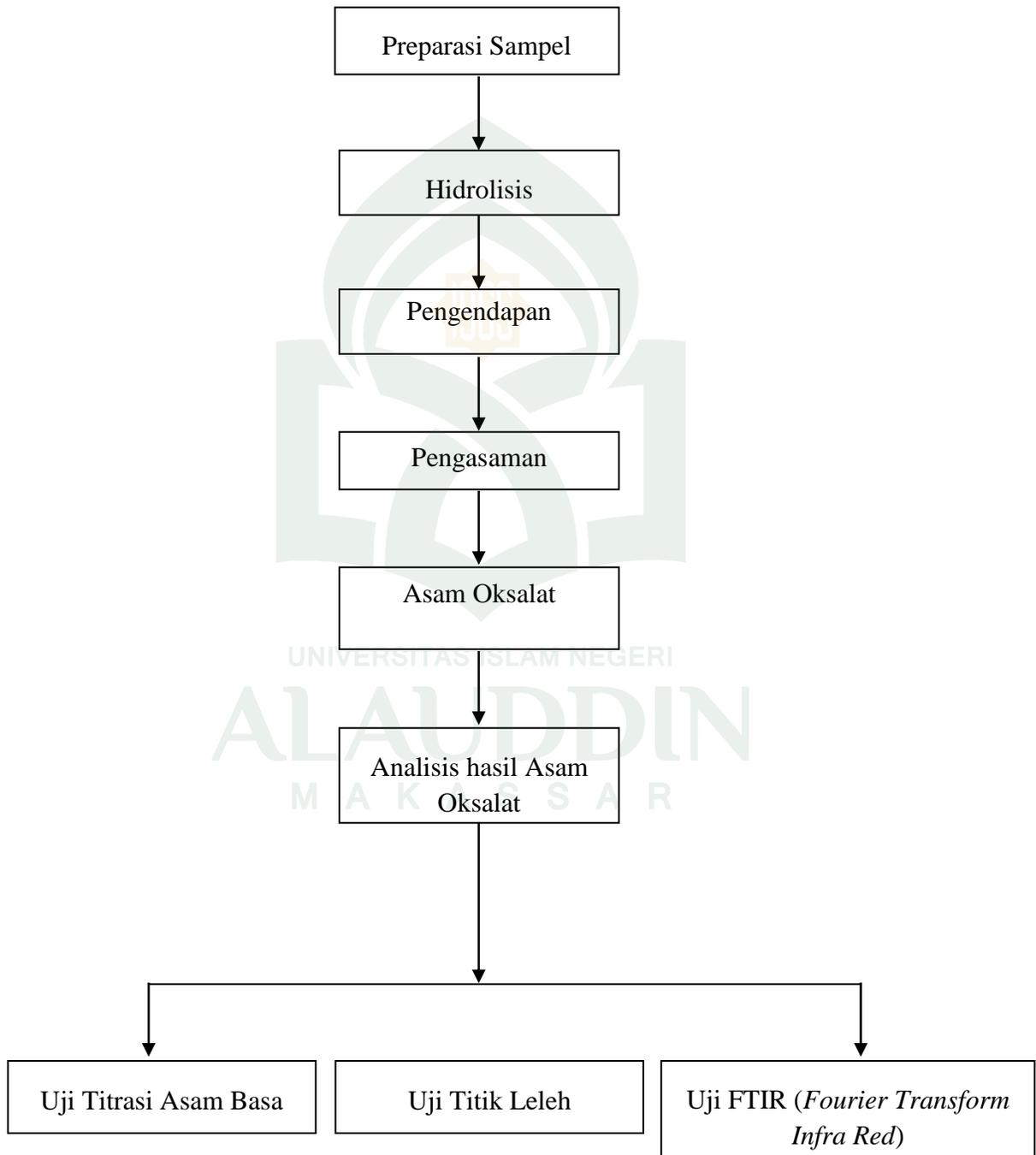
- Airin, Mona, dkk. “Fourier Transform Infrared Sebagai Metode Alternatif Penetapan Tingkat Stres pada Sapi”. 15 no. 1, ISSN : 1411-8327 (2014).
- Al-Albani, Muhammad Nashiruddin. *Shahih Sunan Tirmidzi Jilid 3*. Jakarta: Pustaka Azzam, 2002.
- Ambarita, Yos Pauer, dkk. “Pembuatan Asam Oksalat dari Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) Melalui Reaksi Oksidasi Asam Nitrat”. *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 4, no.4 (Desember 2015): h. 46-50.
- Anam, Choirul, dkk. “Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji Bensin dan Spiritus menggunakan Metode Spektroskopi FTIR”. no. 1 (2007).
- Annisa R, Putri, dkk. “Pengaruh Kadar Air terhadap Tekstur dan Warna Keripik Pisang Kepok (*Musa parasidiaca formatypica*)”, (2012): h. 2.
- Asmadi, dkk. "Pengurangan Chrom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Kulit pada Proses Tennery Menggunakan Senyawa Alkali $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan NaHCO_3 ". no. 1 (2009): h. 43-44.
- Ayu, Faradilah Ningtyas. “Pengaruh Waktu dan Konsentrasi Larutan Pemasak dalam Pemanfaatan Pelepah Batang Pisang sebagai Bahan Baku Alternatif Pembuatan Pulp dengan Proses Soda”. *Skripsi* (2014): h. 1-38.
- Bintang, Maria. *Biokimia*. Jakarta : Erlangga, 2010.
- Cinantya, Puspita. “Ekstraksi Asam Oksalat Dari Tongkol Jagung Dengan Pelarut HNO_3 ”. Skripsi, Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang (2015): h. 1-27.
- Coniwanti, Pamilia, dkk. “Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa sebagai Bahan Baku Pembuatan Asam Oksalat dengan Reaksi Oksidasi Asam Nitrat”. *Jurnal Teknik Kimia* 15, no. 4 (Desember 2008): h. 36-43.
- Dewati, Retno. “Kinetika Reaksi Pembuatan Asam Oksalat dari Sabut Siwalan dengan Oksidator H_2O_2 ”. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik* 10, no. 1 (Juni 2010): h. 29-37.
- Gunawan, Budi Citra Dewi Azhari. “Karakterisasi Spektrofotometri IR dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Sensor Gas dari Bahan Polimer *Poly Ethelyn Glycol* (PEG)”. (2015).
- Herman, Syamsu, dkk. “Pengaruh Konsentrasi NaOH pada Proses Pembuatan Asam Oksalat dari Ampas Tebu”. *Jurnal Teknobiologi*, IV(1) ISSN : 2087-5428, (2013): h. 61-64.
- Ilham, Itnawita dan Andi Dahliaty. “Potensi Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) sebagai Bahan Baku Pembuatan Asam Asetat menggunakan berbagai Macam Starter”. *Jurnal Fmipa* 1, no. 2 (Oktober 2014): h. 1-16.

- Iriany, dkk. "Pembuatan Asam Oksalat dari Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) dengan Metode Peleburan Alkali". *Jurnal Teknik Kimia USU* 4, no 1 (Maret 2015): h. 1-4.
- Kementerian Agama RI. *A-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: Cv. Jumanatul Ali, 2011.
- Mardina, Primata, dkk. "Pembuatan Asam Oksalat dari Sekam Padi dengan Hidrolisis Berkatalisator NaOH Dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ". *Jurnal Primata Mardina* 2, no 2 ISSN 2303-0623 (2013): h. 7-13.
- Mastuti W, Endang. "Pembuatan Asam Oksalat dari Sekam Padi". *Ekuli Brium* 4, no. 1 (14 Juni 2005): h. 13-17.
- Maulina, Seri dan M. Hidayat Hasibuan. "Pembuatan Asam Oksalat dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Metode Peleburan Alkali". *Jurnal Teknik Kimia USU* 5, no. 3 (September 2016): h. 44-48.
- Melwita, Elda Dan Effan Kurniadi. "Pengaruh Waktu Hidrolisis dan Konsentrasi H_2SO_4 pada Pembuatan Asam Oksalat dari Tongkol Jagung". *Teknik Kimia* 2, vol. 2 (April 2014): h. 55-63.
- Muji, Agus Santoso. "Distribution Of Calcium Oxalate Cristal, Reduction Of Oxalates, And The Effect Of Cultivation Method On Its Formation In Some Vegetables". *FKIP UNSI* (2013).
- Narimo. "Pembuatan Asam Oksalat dari Peleburan Kertas Koran Bekas dengan Larutan NaOH". *Jurnal Kimia dan Teknologi*, 5, no. 2 (2006): h. 74.
- Nopriantina, Noni dan Astuti. "Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-Serat Alam". *Jurnal Fisika Unand* 2, no. 3 ISSN 2302-849 (Juli 2013): h.195-203.
- Noor, Ilhamsyah. "Isolasi dan Karakterisasi β -Glukan dari Tubuh Buah Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan Metode Spektroskopi UV-Visibel dan FTIR". *Skripsi* (2010): h. 1-60.
- Pandang H M. Iloan, dkk. "Pembuatan Asam Oksalat dari Pelepah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dengan Kalsium Hidroksida". *Jurnal Teknik Kimia USU, Article in Press* (2016): h.1-5.
- Poedjiadi, Anna dan Titin Supriyanti. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: UI-Press, 2007): h. 38.
- Putri, Annisa R, dkk. "Pengaruh Kadar Air terhadap Tekstur dan Warna Keripik Pisang Kepok (*Musa parasidiaca formatypica*)". *Jurnal Hasil Penelitian* (2012).
- Ratnasari, Dessy. "Pembuatan Asam Oksalat dari Kulit Singkong dengan Variasi Konsentrasi HNO_3 dan Lama Pemanasan Pada Proses Hidrolisis". *Skripsi*, Palembang: Politeknik Negeri Seriwijaya (2014): h. 1-34.
- Rahmat Ruhma. *Usaha Tani Pisang*. Yogyakarta : Kanisius, 1999.
- Shihab, M. Quraish, *Tafsir Al-Mishbah*. Jakarta : Lentera Hati, 2002.

- Susanti, Aprilia. "Potensi Kulit Kacang Tanah Sebagai Adsorben Zat Warna Reaktif Cibacron Red". *Skripsi* (2009): h. 1-24.
- Silviyah Siti, dkk. "Penggunaan Metode FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk Mengidentifikasi Gugus Fungsi pada Proses Pembaluran Penderita Mioma". *Jurnal Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya* (2014).
- Syafiqoh, Fatimah. "Analisis Gelatin Sapi dan Gelatin Babi pada Produk Cangkang Kapsul Keras Obat dan Vitamin Menggunakan FTIR dan KCKT". Skripsi, Jakarta: Fak. Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Syarif Hidayatullah, (2014): h. 19.
- Tharayarah, Nadiah. *Mausu'ah al-Jaz Al-Qurani*. Terj. M. Zaenal Arifin, dkk. *Sains dalam Al-Qur'an*. Jakarta : Zaman, 2014.
- Widihati, Ida Ayu Gede, Ni G. A. M. dkk. "Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa paradisiaca*)". *Jurnal Kimia* 6 (Januari 2012): h. 8-16.
- Yenti, Silvia Reni, dkk. "Kinetika Proses Pembuatan Asam Oksalat Dari Ampas Tebu". ISSN. 1907- 0500 (2011): h. 29-32.
- Zultiniar. "Pengaruh Temperatur pada Proses Pembuatan Asam Oksalat dari Ampas Tebu". *Perpustakaan Universitas Riau* (20 Desember 2011).
- Zultiniar, dkk. "Pengaruh Temperatur pada Proses Pembuatan Asam Oksalat dari Ampas Tebu". *Jurnal Teknobiologi*, ISSN : 2087-5428 (2012): h. 31-34.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Skema Umum Pembuatan Asam Oksalat



Lampiran II: Contoh Perhitungan Pembuatan Larutan

1. Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)

Larutan NaOH 3N dalam 100 ml

$$\begin{aligned} \text{gram} &= N \times V \times Mr \\ &= 3 \text{ grek/L} \times 0,1 \text{ L} \times 40 \text{ gram/mol} \\ &= 12 \text{ gram} \end{aligned}$$

Diperlukan 12 gram NaOH untuk membuat NaOH 3 N sebanyak 100 mL

Keterangan :

N = konsentrasi larutan natrium hidroksida (NaOH) (grek/L)

V = volume larutan natrium hidroksida (NaOH) (L)

Mr = massa atom relative natrium hidroksida (NaOH) (gram/mol)

2. Larutan CaCl₂ 10 %

Larutan CaCl₂ 10 % dalam 1000 ml

$$\% \frac{b}{v} = \frac{\text{gram zat terlarut}}{\text{ml larutan}} \times 100$$

$$10\% = \frac{\text{gram}}{1000 \text{ ml}} \times 100$$

$$\text{gram} = \frac{10 \times 1000 \text{ ml}}{100 \text{ ml}}$$

$$= 100 \text{ gram}$$

Untuk membuat CaCl₂ 10% sebanyak 1000 mL diperlukan CaCl₂ sebanyak 100 gr.

3. Larutan Asam Sulfat (H₂SO₄) 4N

$$N1 = \frac{\% \times Bj \times 1000}{Bst}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{96\% \times 1,84 \times 1000}{\frac{98}{2}} \\
 &= \frac{1.766,4}{49} \\
 &= 36,8 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$36,8 \text{ N} \times V_1 = 4 \text{ N} \times 1000 \text{ ml}$$

$$V_1 = \frac{4000}{36,04}$$

$$= 108,7 \text{ ml}$$

Untuk membuat asam sulfat (H_2SO_4) 4N sebanyak 1000 ml diperlukan 108,7 ml asam sulfat (H_2SO_4) pekat.

Keterangan :

Bj = berat jenis asam sulfat (H_2SO_4) p.a (gram/cm^3)

Mr = massa atom relative asam sulfat (H_2SO_4) (gram/mol)

a = valensi (banyaknya ion)

V1 = volume awal larutan asam sulfat (H_2SO_4) (L)

V2 = volume akhir larutan asam sulfat (H_2SO_4) (L)

N1 = konsentrasi larutan awal asam sulfat (H_2SO_4) (grek/L)

N2 = konsentrasi larutan akhir asam sulfat (H_2SO_4) (grek/L)

Lampiran III: Contoh Perhitungan Berat Asam Oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)

Contoh perhitungan berat asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) pada konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH) 3N dan waktu peleburan 60 menit

$$\begin{aligned}\text{Berat H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ (gram) I} &= (\text{Kertas Saring} + \text{Kristal}) - \text{Kertas Saring Kosong} \\ &= 1,9488 \text{ gram} - 1,2355 \text{ gram} \\ &= 0,7133 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ (gram) II} &= (\text{Kertas Saring} + \text{Kristal}) - \text{Kertas Saring Kosong} \\ &= 1,7191 \text{ gram} - 1,1963 \text{ gram} \\ &= 0,5228 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat rata-rata H}_2\text{C}_2\text{O}_4 &= \frac{\text{Berat (gram) I} + \text{Berat (gram) II}}{2} \\ &= \frac{0,7133 \text{ gram} + 0,5228 \text{ gram}}{2} \\ &= 0,6180 \text{ gram}\end{aligned}$$

Berat asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) untuk konsentrasi NaOH 4N dan NaOH 5N pada waktu peleburan 60, 70 dan 80 menit dihitung dengan menggunakan rumus yang sama diatas.

Lampiran IV: Contoh Perhitungan Yield (%) Asam Oksalat

- *Yield* asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) pada konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH) 3N dan waktu peleburan 60 menit

$$\begin{aligned} \text{Yield (\%)} &= \frac{\text{Berat Hasil}}{\text{Berat Sampel}} \times 100 \\ &= \frac{0,6180 \text{ gram}}{10 \text{ gram}} \times 100 \\ &= 6,181 \% \end{aligned}$$

- *Yield* asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) untuk konsentrasi NaOH 4N dan NaOH 5N pada waktu peleburan 60, 70 dan 80 menit dihitung dengan menggunakan rumus yang sama seperti diatas.

Lampiran V: Contoh Perhitungan Konsentrasi Asam Oksalat

Diketahui:

$$\text{Konsentrasi NaOH (Titran) (N}_2\text{)} = 0,1 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume titran rata-rata (V}_2\text{)} &= \frac{1,7 \text{ mL} + 3,0 \text{ mL} + 2,7 \text{ mL}}{3} \\ &= \frac{7,4 \text{ mL}}{3} \\ &= 2,5 \text{ mL} \\ &= 2,5 \times 10^{-3} \text{ L} \end{aligned}$$

$$\text{Volume AsamOksalat (analit) (V}_1\text{)} = 5 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi Asam Oksalat (analit)} &= \frac{V_1}{N_1} \times \frac{N_2}{V_2} \\ &= \frac{0,0005 \text{ l}}{N_1} \times \frac{0,1 \text{ N}}{0,00025} \\ &= 0,2 \text{ N} \\ &= 2 \times 10^{-4} \text{ N} \end{aligned}$$

Keterangan:

V₁ = Volume analit

N₁ = Konsentrasi analit

V₂ = Volume titran

N₂ = Konsentrasi

Lampiran VI: Hasil Statistik Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Peleburan terhadap Berat Asam Oksalat

Tabel 1. Berat asam oksalat

Konsentrasi NaOH	Waktu Peleburan (Menit)	Berat Asam Oksalat (H ₂ C ₂ O ₄)	
		Simplo (g)	Duplo (g)
3N	60	0,2645	0,3412
	70	0,3322	0,4108
	80	0,2413	0,1616
4N	60	0,7133	0,5228
	70	0,4099	0,4010
	80	0,2319	0,2955
5N	60	0,2025	0,2296
	70	0,3788	0,2977
	80	0,1501	0,1952

Keterangan : Nilai hasil diatas dikalikan dengan 100 untuk memudahkan perhitungan dalam statistik

Tabel II

Konsentrasi	60 menit		70 menit		80 menit	
	I	II	I	II	I	II
3 N	26.45	34.12	33.22	41.08	24.13	16.16
4 N	71.33	52.28	40.99	40.10	23.19	29.55
5 N	20,25	22,96	37.88	29.77	15.01	19.52

$$\begin{aligned} \sum X_{ijc}^2 &= (26.45)^2 + (34.12)^2 + (33.22)^2 + (41.08)^2 + (24.13)^2 + (16.16)^2 + (71.33)^2 + \\ &+ (52.28)^2 + (40.99)^2 + 40.10)^2 + (23.19)^2 + (29.55)^2 + (20.25)^2 + (22.96)^2 + \\ &+ (37.88)^2 + (29.77)^2 + (15.01)^2 + (19.52)^2 \\ &= 21,883.3521 \end{aligned}$$

Tabel II

Konsentrasi	60 menit	70 menit	80 menit	Ti	Ti ²
3 N	60.57	74.3	40.29	175.16	30,681.0256
4 N	123.61	81.09	52.74	257.44	66,275.3536
5 N	43.21	67.65	34.53	145.39	21,138.2521
Tj	227.39	223.04	127.56	T = 577.99	$\sum Ti^2 =$ 118,094.6313
Tj ²	56,131.0864	49,746.8416	16,271.5536		
$\sum Tj^2$	=122,149.4816				

Ket:

k = Jumlah kolom

b = Jumlah baris

n = Jumlah replikasi (perlakuan)

$$\begin{aligned}
 1. \text{ JKB} &= \frac{\sum Ti^2}{kn} - \frac{T^2}{bkn} = \frac{118,094.6313}{3 \times 2} - \frac{577.99^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= \frac{118,094.6313}{6} - \frac{334,072.4401}{18} \\
 &= 19,682.43855 - 18,559.58001 \\
 &= \mathbf{1,122.85854}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ JKK} &= \frac{\sum Tj^2}{bn} - \frac{T^2}{bkn} = \frac{122,149.4816}{3 \times 2} - \frac{577.99^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= \frac{122,149.4816}{6} - \frac{334,072.4401}{18} \\
 &= 20,358.24693 - 18,559.58001 \\
 &= \mathbf{1,798.66692}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ JKT} &= \sum X_{ijc}^2 - \frac{T^2}{bkn} = 21,883.3521 - \frac{577.99^2}{3 \times 3 \times 2} \\
 &= 21,883.3521 - \frac{334,072.4401}{18}
 \end{aligned}$$

$$= 21,883.3521 - 18,559.58001$$

$$= \mathbf{3,323.77209}$$

$$4. \text{JKI} = \frac{\sum b \sum k}{n} - \frac{\sum Ti^2}{kn} - \frac{\sum Tj^2}{bn} + \frac{\sum T^2}{bkn}$$

$$= \frac{43,084.9743}{2} - \frac{118,094.6313}{3 \times 2} - \frac{122,149.4816}{3 \times 2} + \frac{577.99^2}{3 \times 3 \times 2}$$

$$= 21,542.48715 - 19,682.43855 - 20,358.24693 + 18,559.58001$$

$$= \mathbf{61.38168}$$

$$5. \text{JKE} = \text{JKT} - \text{JKB} - \text{JKK} - \text{JKI}$$

$$= 3,323.77209 - 1,122.85854 - 1,798.66692 - 61.38168$$

$$= 340.86495$$

Hasil Perhitungan dimasukkan kedalam table Anava

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Rata-rata Kuadrat (RK)	F _{hitung}
Antar Baris	JKB	(b-1)	$S_1^2 = \frac{\text{JKB}}{db}$	$F_1 = \frac{S_1^2}{S_4^2}$
Antar Kolom	JKK	(k-1)	$S_2^2 = \frac{\text{JKK}}{db}$	$F_2 = \frac{S_2^2}{S_4^2}$
Interaksi	JKI	(b-1)(k-1)	$S_3^2 = \frac{\text{JKI}}{db}$	$F_3 = \frac{S_3^2}{S_4^2}$
Error	JKE	Bk(n-1)	$S_4^2 = \frac{\text{JKE}}{db}$	
Jumlah				

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (db)	Rata-rata Kuadrat (RK)	F _{hitung}
Antar Baris	JKB = 1,122.85854	2	$S_1^2 = \frac{1,122.85854}{2} = 561.42927$	$F_1 = 14.824$
Antar Kolom	JKK = 1,798.66692	2	$S_2^2 = \frac{1,798.66692}{2} = 899.33346$	$F_2 = 23.745$
Interaksi	JKI = 61.38168	4	$S_3^2 = \frac{61.38168}{4} = 15.34542$	$F_3 = 0,405$
Error	JKE = 340.86495	9	$S_4^2 = \frac{340.86495}{9} = 37.87388$	
Jumlah	3,323.77209			

UNIANOVA Berat BY Konsentrasi Waktu
 /METHOD=SSTYPE(3)
 /INTERCEPT=INCLUDE
 /CRITERIA=ALPHA(0.05)
 /DESIGN=Konsentrasi Waktu Konsentrasi*Waktu.

Between-Subjects Factors

		N
Konsentrasi	3	6
	4	6
	5	6
Waktu	60	6
	70	6
	80	6

Tests of Between-Subjects Effects

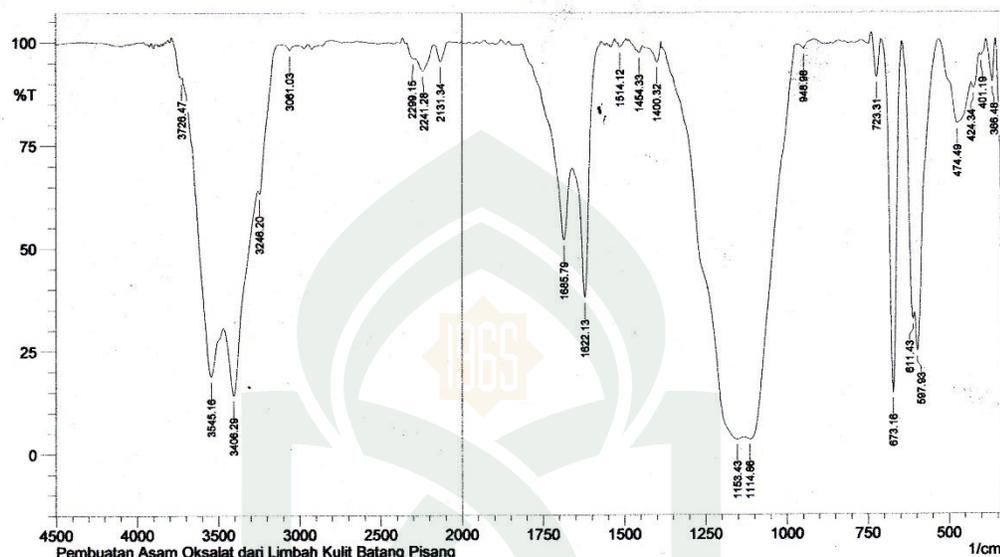
Dependent Variable:Berat

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.298 ^a	8	.037	9.845	.001
Intercept	1.856	1	1.856	490.036	.000
Konsentrasi	.112	2	.056	14.824	.001
Waktu	.106	2	.053	14.009	.002
Konsentrasi * Waktu	.080	4	.020	5.273	.018
Error	.034	9	.004		
Total	2.188	18			
Corrected Total	.332	17			

Tabel Persentase Distribusi F untuk Probabilitas = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	109	218	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	19.51	10.00	10.18	10.25	10.30	10.33	10.35	10.37	10.38	10.40	10.40	10.41	10.42	10.42	10.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.78	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.28	6.18	6.09	6.04	6.00	5.98	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.78	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.08	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.48	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.28	3.88	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.98	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.88	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.78	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.68	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.78	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.98	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.18	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

Lampiran VII: Hasil Analisa FTIR Asam Oksalat dari Limbah Batang Pisang



No.	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	366.48	89.996	10.463	385.76	356.83	0.581	0.637
2	401.19	96.353	1.276	405.05	385.76	0.195	0.082
3	424.34	88.433	3.358	432.05	405.05	1.042	0.224
4	474.49	79.848	14.495	530.42	432.05	5.927	3.655
5	597.93	24.628	15.785	605.65	532.35	14.107	2.026
6	611.43	32.39	8.421	644.22	607.58	8.342	0.718
7	673.16	14.542	85.625	709.8	646.15	15.165	15.217
8	723.31	91.184	10.017	738.74	711.73	0.509	0.662
9	948.98	98.129	1.521	966.34	916.19	0.13	0.093
10	1114.86	3.304	10.586	1132.21	968.27	93.287	6.284
11	1153.43	3.308	7.869	1381.03	1134.14	136.753	7.08
12	1400.32	94.988	4.452	1423.47	1386.82	0.497	0.37
13	1454.33	97.303	1.852	1477.47	1444.68	0.247	0.147
14	1514.12	98.591	1.445	1519.91	1494.83	0.057	0.088
15	1622.13	37.788	44.428	1658.78	1571.99	14.23	7.685
16	1685.79	51.755	22.427	1815.02	1660.71	16.99	4.646
17	2131.34	95.203	4.429	2171.85	2088.91	0.888	0.757
18	2241.28	93.014	4.487	2297.22	2171.85	2.546	1.276
19	2299.15	96.017	0.173	2339.65	2297.22	0.472	0.08
20	3061.03	97.935	1.395	3107.32	3020.53	0.411	0.16
21	3246.2	63.167	3.446	3255.84	3128.54	10.529	0.418
22	3406.29	14.207	26.099	3468.01	3257.77	101.661	27.363
23	3545.16	18.783	29.996	3720.69	3469.94	96.64	27.931
24	3726.47	91.053	0.477	3736.12	3720.69	0.607	0.017

Comment;

Pembuatan Asam Oksalat dari Limbah Kulit Batang Pisang

Date/Time; 12/20/2016 1:01:23 PM

No. of Scans;

Resolution;

Apodization;

**Lampiran VIII: Dokumentasi Penelitian
Pembuatan Asam Oksalat**



Batang Pisang



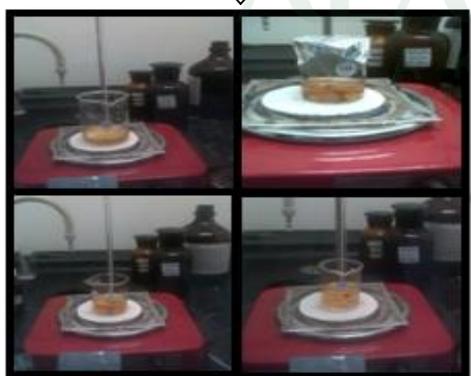
Serbuk Batang Pisang



Endapan kalsium Oksalat (CaC_2O_4)



Larutan Natrium Oksalat ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$)



Larutan Asam Oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)



Endapan Asam Oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)



Analisis Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$)



Uji Titrasi Asam Basa



Pengujian FTIR



Pengujian Titik Leleh

BIODATA

Nama **Andi Nurfadila Idrus**, lahir di Majene Desa Tubo pada tanggal 22 Desember 1994. Anak ke tiga dari tiga bersaudara dari pasangan Andi Muhammad Idrus dan Andi Dalwin. Memulai pendidikan sekolah dasar pada usia 5 tahun di SDN Inpres 46 Tubo Sendana dan tamat pada tahun 2006, pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 4 Malunda dan tamat pada tahun 2009. Kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Malunda pada tahun 2009 dan tamat pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan pendidikan di salah satu perguruan tinggi negeri pada tahun 2012 yaitu Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi.