

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS KADAR AIR DAN ABU, SERTA KOMPONEN
KIMIA PADA SAMPEL BATANG PISANG DENGAN
VARIASI WAKTU HIDROLISIS**



**Disusun oleh :
Devina Putri Rahayu
NIM : 18231001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS KADAR AIR DAN ABU, SERTA KOMPONEN
KIMIA PADA SAMPEL BATANG PISANG DENGAN
VARIASI WAKTU HIDROLISIS**

**ANALYSIS OF WATER AND ASH CONTENT, AS WELL
AS CHEMICAL COMPONENTS OF BANANA
PSEUDO-STEM WITH HYDROLYSIS
VARIATION TIME**



Disusun oleh :

Devina Putri Rahayu

NIM 18231001

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KADAR AIR DAN ABU, SERTA KOMPONEN
KIMIA PADA SAMPEL BATANG PISANG DENGAN
VARIASI WAKTU HIDROLISIS**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Devina Putri Rahayu
NIM : 18231001

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir
Program Studi D III Analisis Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia
pada tanggal 27 Agustus 2021

Menyetujui,

Ketua Program Studi D III Analisis Kimia



Tri Esti Purbaningtias, M.Si.
NIK. 132311102

Dosen Pembimbing



Bayu Wiyantoko, M.Sc.
NIK. 132311101

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KADAR AIR DAN ABU, SERTA KOMPONEN
KIMIA PADA SAMPEL BATANG PISANG DENGAN
VARIASI WAKTU HIDROLISIS**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Devina Putri Rahayu
NIM : 18231001

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 27 Agustus 2021

Susunan Tim Penguji

Pembimbing/Penguji



Bayu Wiyantoko, S.Si., M.Sc.
NIK. 132311101

Penguji I



Reni Banowati Istiningrum, S.Si., M.Sc.
NIK. 052316002

Penguji II



Ganjar Fadillah, S.Si., M.Si.
NIK. 182310101

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia




Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.
NIK. 006120101

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya tidak terdapat bagian yang pernah ditulis maupun diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 30 Agustus 2021



Devina Putri Rahayu

MOTTO

“Hasbunallah Wanikmal Wakil”

Cukuplah Allah sebagai penolong kami. Allah adalah sebaik-baiknya pelindung.

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka sendiri yang mengubah keadaan diri mereka.”

(Q.S. Ar-Rad: 11)

“Allah tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Q.S. Al Baqarah: 286)

“Belajar ilmulah kalian untuk ketentraman dan ketenangan, serta rendah hatilah pada orang yang kamu belajar darinya.”

(HR. Ath-Thabrani)

“Where there is a will, there is a way.”

(Angela Merkel)

“It always seems impossible, until it is done.”

(Nelson Mandela)

الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

HALAMAN PERSEMBAHAN

Atas terselesaikannya tugas akhir ini, saya persembahkan rasa terima kasih saya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat sehat, rezeki, rahmat dan karunia-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
2. Ibu, ayah, aa, dan teteh. Terima kasih untuk cinta dan kasih sayangnya selama ini, doa yang tak pernah putus, serta dukungannya baik secara materil maupun moril.
3. Segenap Civitas Akademik Analisis Kimia UII dan Almamater tercinta. Terima kasih untuk seluruh Dosen beserta Staff Analisis Kimia UII yang sudah mengajarkan banyak ilmu dan membimbing saya dengan sabar dan ikhlas. Terima kasih juga untuk almamater UII yang sudah memberikan saya banyak kesempatan untuk berkembang, hingga saya bisa mengikuti lomba tingkat nasional maupun internasional.
4. Seluruh guru dimanapun tempat saya menimba ilmu selama ini, mulai dari guru di TK Aisyiyah IV, SDN 1 Cisantana, SMPN 7 Kuningan, hingga SMAN 2 Kuningan. Kalian adalah pahlawan tanpa tanda jasa.
5. Teman-teman Analisis Kimia UII Angkatan 2018. Terima kasih untuk kebersamaannya selama tiga tahun yang diawali dengan adanya *gathering* di Wedangan Kampoeng. Tak terasa tahun ini sudah lulus lagi. Semoga kalian semua sukses, sampai kita bertemu lagi.
6. *Partner* dekat yang selalu ada saat suka maupun duka, bersedia untuk mengantar jemput selama penelitian, pendengar keluh kesah, serta penghibur saat gelisah. Terima kasih sudah menjadi *support system* ya, Abang.
7. *Partner* penelitian selama empat bulan lamanya, yaitu Tasya Kamila Zahra. Terima kasih telah menjadi teman diskusi dan selalu membantu proses berjalannya penelitian. Akhirnya selesai juga kita ya, Sya.
8. Teman-teman seperjuangan, yaitu Zelda, Mae, Bella, Deya, dan Della yang sudah selalu mendorong saya untuk segera menyelesaikan tugas akhir. Terima kasih untuk tiga tahun yang sangat menyenangkan dan berkesan ini. Meskipun rencana kita setelah lulus berbeda-beda, semoga tali silaturahmi

kita tidak putus. Dimanapun kalian berada, doa Devina selalu menyertai kalian.

9. Sahabat-sahabat SMA saya, yaitu Dinda, Iput, Ikha, Wiqa, Ais, Salwa, Poja, dan Rere yang sudah mendoakan saya untuk kelancaran selama mengerjakan tugas akhir.
10. Diriku sendiri yang sudah mau berusaha hingga berada di titik ini. Tetap semangat dan jangan cepat merasa puas!



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warrahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan banyak kenikmatan, sehingga atas berkat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan studi di kampus Universitas Islam Indonesia dan mengerjakan tugas akhir dengan baik. Tak lupa, shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, serta sahabat-sahabatnya sehingga nanti kita akan diberikan syafaatnya di hari akhir.

Penelitian berjudul “Perbandingan Hasil Analisis pada Variasi Waktu Hidrolisis Terhadap Pengukuran Kadar Air, Kadar abu, dan Komponen Kimia pada Sampel Batang Pisang” disusun untuk memenuhi tugas akhir yang merupakan syarat dalam menyelesaikan pendidikan Diploma Tiga (D III) di Program Studi D III Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia hingga mendapatkan gelar Ahli Madya Sains (A.Md.Si.). Dalam proses penyusunannya, terdapat banyak bantuan, arahan dan kerja sama dari pihak lain sehingga pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Tri Esti Purbaningtyas, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi D III Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Thorikul Huda, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Bayu Wiyantoko, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang sudah banyak memberikan banyak bimbingan, saran, dan nasihat.
5. Bapak Daryadi dan drh. Diyan selaku Pembimbing Praktik Kerja Lapangan di Dinas Pertanian dan Pangan Kota Yogyakarta.
6. Seluruh Dosen dan Staff Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan banyak ilmu, baik ilmu dunia maupun akhirat.

7. Seluruh Laboran Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia yang telah berturut andil dalam kelancaran studi saya, khususnya saat praktikum dan penelitian.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan laporan ini masih belum sempurna dikarenakan terbatasnya ilmu pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf atas segala kekurangannya, serta mengharapkan bimbingan berupa saran dan kritik yang membangun sehingga laporan ini dapat bermanfaat di masa mendatang untuk seluruh pihak terkait.

Wassalamu'alaikum warrahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 30 Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	2
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II. DASAR TEORI	6
2.1. Batang Pisang	6
2.2. Hidrolisis	7
2.3. Kadar Air	8
2.4. Kadar Abu	9
2.5. Zat Ekstraktif	10
2.6. Selulosa	10
2.7. Hemiselulosa	11
2.8. Lignin	12
BAB III. METODOLOGI	14
3.1. Alat	14
3.2. Bahan	14
3.3. Prosedur kerja	14

3.3.1.	Preparasi sampel.....	14
3.3.2.	Hidrolisis sampel.....	14
3.3.3.	Kadar air	15
3.3.4.	Kadar abu	15
3.3.5.	Zat ekstraktif	15
3.3.6.	Pembuatan larutan NaOH 17,5%	16
3.3.7.	Pembuatan Larutan Kalium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 0,25 N.....	16
3.3.8.	Pembuatan larutan FAS 0,1 N	16
3.3.9.	Standarisasi larutan FAS 0,1 N	17
3.3.10.	Kadar alfa-selulosa	17
3.3.11.	Kadar beta dan gama-selulosa	18
3.3.12.	Kadar lignin metode Klason.....	19
3.3.13.	Kadar lignin terlarut asam.....	19
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1.	Hidrolisis	21
4.2.	Kadar Air	23
4.3.	Kadar Abu	25
4.4.	Kadar Zat Ekstraktif	28
4.5.	Kadar Selulosa	29
4.6.	Kadar Lignin Metode Klason	31
4.7.	Kadar Lignin Terlarut Asam	32
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		37
5.1.	Kesimpulan.....	37
5.2.	Saran	37
DAFTAR PUSTAKA		38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Struktur kimia selulosa	7
Gambar 2. 2. Struktur kimia air	8
Gambar 2. 3. Struktur kimia selulosa	11
Gambar 2. 4. Struktur kimia hemiselulosa	11
Gambar 2. 5. Struktur kimia lignin	12
Gambar 2. 6. Struktur kimia lignin guaiasil dan lignin guaiasil-siringol.....	13
Gambar 4. 1. Mekanisme selulosa dengan hidrolisis asam.....	22



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kandungan nutrisi dalam batang pisang	7
Tabel 4. 1. Kadar air tanpa hidrolisis	24
Tabel 4. 2. Kadar air hidrolisis 1 jam.....	24
Tabel 4. 3. Kadar air hidrolisis 2 jam.....	24
Tabel 4. 4. Kadar abu tanpa hidrolisis.....	26
Tabel 4. 5. Kadar abu hidrolisis 1 jam	26
Tabel 4. 6. Kadar abu hidrolisis 2 jam	27
Tabel 4. 7. Kadar zat ekstraktif	28
Tabel 4. 8. Hasil standarisasi larutan FAS 0,1 N	29
Tabel 4. 9. Kadar α -selulosa.....	30
Tabel 4. 10. Kadar γ -selulosa	31
Tabel 4. 11. Kadar β -selulosa.....	31
Tabel 4. 12. Kadar lignin metode klason	32
Tabel 4. 13. Kadar lignin terlarut asam tanpa hidrolisi sebelum pengenceran	33
Tabel 4. 14. Hasil analisis kadar lignin terlarut asam tanpa hidrolisis dan setelah pengenceran 25x.....	34
Tabel 4. 15. Hasil analisis kadar lignin terlarut asam hidrolisis 1 jam	34
Tabel 4. 16. Hasil analisis kadar lignin terlarut asam hidrolisis 2 jam	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja.....	39
Lampiran 2. Hasil Analisis	49
Lampiran 3. Dokumentasi.....	58



ANALISIS KADAR AIR DAN ABU, SERTA KOMPONEN KIMIA PADA SAMPEL BATANG PISANG DENGAN VARIASI WAKTU HIDROLISIS

Devina Putri Rahayu

Program Studi D III Analisis Kimia FMIPA Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang KM 14,5 Yogyakarta

Email: devinaaa.pr@gmail.com

INTISARI

Telah dilakukan pengukuran terhadap sampel batang pisang dengan parameter pengujian kadar air, kadar abu, dan komponen kimia seperti zat ekstraktif, selulosa, serta lignin. Penelitian ini menggunakan tiga macam perlakuan sampel, yaitu tanpa hidrolisis, hidrolisis 1 jam, dan hidrolisis 2 jam untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan hasil kandungan lignoselulosa yang signifikan. Tujuan dilakukannya hidrolisis untuk mengubah polisakarida menjadi monomer gula yang lebih sederhana. Hidrolisis yang digunakan adalah hidrolisis dengan asam sulfat 0,5 M. Metode penelitian yang digunakan untuk masing-masing parameter, diantaranya kadar air dan kadar abu mengacu pada metode *Official of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC), zat ekstraktif yang mengacu pada metode standar Tappi T204, selulosa yang mengacu pada SNI 0444:2009, kadar lignin dengan metode Klason dengan acuan standar Tappi T222, dan lignin terlarut menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan acuan standar Tappi T250. Hasil yang didapat pada ketiga macam perlakuan secara berurutan yaitu untuk kadar air didapat 87,20%; 88,69%; dan 90,66% dengan %RSD $2\pm 0,1\%$. Kadar abu didapat 3,70%; 3,61%; dan 3,57% dengan %RSD $2\pm 0,1\%$. Zat ekstraktif didapat 8,58%; 8,61%; dan 8,88%. Kadar α -selulosa didapat 72,02%; 71,81%; dan 71,55%. Kadar γ -selulosa didapat 19,07%; 18,83%; dan 18,62%. Kadar β -selulosa didapat 8,91%; 9,36%; dan 9,83%. Kadar lignin metode klason didapat 11,69%; 4,23%; 2,72% dengan %RPD sebesar 2,62%; 1,75%; dan 0,57%. Kadar lignin terlarut asam didapat 0,03%, 0,01%, dan 0,004%.

Kata kunci: batang pisang, hidrolisis asam, lignoselulosa, zat ekstraktif.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri perkebunan merupakan salah satu industri yang sangat berkembang pesat dalam kurun waktu terakhir ini karena dianggap menjadi industri yang dapat menopang kehidupan sosial-ekonomi baik nasional maupun internasional. Salah satu komoditas industri perkebunan yang produksinya cukup banyak adalah tanaman pisang. Perkiraan yang tersedia menunjukkan bahwa rata-rata produksi pisang di dunia mencapai 69 juta ton pada jangka waktu 2000-2002, menjadi 116 juta ton di tahun 2017-2019 (FAO, 2021). Begitu juga di Indonesia, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2020), produksi pisang pada tahun 2017 mencapai 7,16 juta ton menjadi 8,18 juta ton pada tahun 2020.

Pisang merupakan tanaman yang banyak digemari karena semua bagiannya memiliki manfaat. Banyaknya produksi pisang menandakan bahwa terdapat banyak pula limbah pisang yang dihasilkan, salah satunya adalah limbah batangnya. Batang pisang merupakan salah satu bagian tanaman pisang yang masih belum dimanfaatkan secara maksimal, padahal batang pisang sendiri dapat menjadi sumber energi terbarukan dengan kelebihanannya yang rendah biaya dan kaya akan kandungan biomassa lignoselulosa, diantaranya zat ekstraktif seberat 4-9%, lignin seberat 20-35%, selulosa seberat 30-35%, dan hemiselulosa seberat 15-35% (Peng dkk, 2012). Selain itu, batang pisang juga memiliki kadar air yang cukup tinggi, yaitu sekitar 80-90% (Sunarjono, 2003) dan kadar abu seberat 2-3%. Kadar abu yang rendah akan menghasilkan jumlah pulp yang cukup banyak, hal itulah mengapa batang pisang dapat dimanfaatkan di industri pulp sehingga dapat meminimalisir dampak pencemaran yang diakibatkan oleh limbah (Astuti dkk, 2018).

Penelitian ini bermaksud untuk menganalisis kandungan lignoselulosa dalam batang pisang dengan variasi waktu hidrolisis. Pentingnya penelitian ini yaitu, hidrolisis adalah konversi untuk mengetahui apakah batang pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku energi terbarukan, seperti pembuatan briket,

bioetanol, dan biomassa. Hidrolisis dilakukan dengan perlakuan refluks selama 1-2 jam untuk melihat waktu optimum di suhu 100°C dengan penambahan asam sulfat (H₂SO₄) 0,5 M karena asam sulfat memiliki ion H⁺ yang lebih banyak dari asam kuat lainnya, sehingga produk glukosa yang dihasilkan akan semakin banyak. sehingga proses hidrolisis akan berlangsung lebih cepat (Juwita dan Syarif, 2012). Tujuan dari adanya refluks adalah untuk menghilangkan lignin yang ada di batang pisang sehingga meminimalkan kerusakan pada bagian serat selulosa untuk mempertahankan kekuatannya (Mleziva dkk, 2012). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sulfani dkk (2019), penelitian dilakukan dengan dua jenis hidrolisis, yaitu hidrolisis asam dan fermentasi. Sampel yang digunakan pun digunakan dua jenis, yaitu batang pisang sebelum dan sesudah melalui proses delignifikasi. Hidrolisis asam dilakukan dengan adanya penambahan larutan asam dengan variasi volume larutan, yaitu pada volume 15, 20, 25, 30, dan 35 mL. Hasilnya menunjukkan kandungan holoselulosa didapat sebesar 6,82% pada batang pisang saat sebelum delignifikasi, dan 46,38% pada batang pisang sesudah delignifikasi. Perbedaan hasil analisis ini disebabkan karena pada saat sebelum proses delignifikasi, lignin masih mengikat serat selulosa (Sulfani dkk, 2019).

Berdasarkan paparan di atas, penelitian dilakukan untuk meneliti sampel batang pisang dengan parameter pengujian terdiri atas kadar air dan kadar abu dengan metode gravimetri berat kering berdasarkan *Official of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC), zat ekstraktif yang mengacu pada metode standar Tappi T204, kadar lignin dengan metode Klason dengan acuan standar Tappi T222 dan lignin terlarut menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan acuan standar Tappi T250, serta selulosa dan hemiselulosa yang mengacu pada SNI 0444:2009.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai kadar air dan kadar abu pada sampel batang pisang saat sebelum dan sesudah dihidrolisis?
2. Berapa nilai kadar komponen kimia pada sampel batang pisang dengan variasi waktu hidrolisis?
3. Apakah terdapat variasi hasil yang signifikan pada setiap parameter pengujian sampel batang pisang berdasarkan variasi waktu hidrolisis?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian yang dilakukan, diantaranya:

1. Menentukan nilai kadar air dan kadar abu pada sampel batang pisang dengan metode gravimetri.
2. Menentukan nilai kadar komponen kimia (zat ekstraktif, lignin, selulosa, dan hemiselulosa) saat tanpa hidrolisis dan sesudah hidrolisis dengan larutan asam selama 1-2 jam.
3. Mengetahui nilai rerata kadar air, kadar abu, zat ekstraktif, lignin, selulosa, dan hemiselulosa pada sampel batang pisang saat sebelum dan sesudah proses hidrolisis.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, diantaranya:

1. Bagi mahasiswa (peneliti)
Penelitian yang telah dilakukan, harapannya dapat bermanfaat dalam menambah ilmu pengetahuan dalam mengetahui komponen-komponen kimia yang terdapat dalam batang pisang, melatih kemampuan dalam menggunakan alat penelitian, serta mengoperasikan instrumen spektrofotometri UV-Vis.
2. Bagi ilmu pengetahuan
Penelitian yang telah dilakukan, harapannya dapat bermanfaat untuk menjadi rujukan sumber informasi yang bermanfaat dan referensi penelitian sehingga kedepannya bisa lebih dikembangkan lagi.

3. Bagi akademik

Penelitian yang telah dilakukan, harapannya dapat bermanfaat sebagai tambahan referensi di *E-Library Chemical Analysis* (ELCA) di Program Studi D III Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia, serta dapat menjadi parameter pemahaman mahasiswa dalam penelitian.



BAB II

DASAR TEORI

2.1. Batang Pisang

Batang pisang merupakan salah satu bagian dari tanaman pisang yang fungsinya adalah untuk menopang daun, menyimpan air dan mineral yang berasal dari akar untuk menghasilkan produk makanan atau karbohidrat melalui proses fotosintesis (Syukriah dan Pranggarani, 2016). Klasifikasi batang pisang berdasarkan penelitian yang dilakukan Imam dan Akter (2011) adalah sebagai berikut:

1. Kingdom: *Plantae*
2. Division: *Magnoliophyta*
3. Class: *Liliopsida*
4. Order: *Zingiberales*
5. Family: *Musaceae*
6. Genus: *Musa*
7. Species: *Musa paradisiaca*

Pemanfaatan tanaman pisang dapat diambil dari akar hingga daun, termasuk batangnya. Pada bagian batang pisang, umumnya dimanfaatkan sebagai pembuatan tekstil, kertas, dan tambang laut dikarenakan sifatnya yang tahan akan air laut dan memiliki daya apung yang baik (Subagyo dan Chafidz, 2018). Meskipun begitu, pemanfaatan batang pisang di masyarakat saat ini masih belum optimal sehingga banyak limbah batang pisang yang menumpuk. Batang pisang sendiri sebenarnya mengandung gizi tinggi dan memiliki banyak kandungan nutrisi. Gizi dalam 100 gram batang pisang terdiri atas kalori 43 kkal, protein seberat 0,36 gram, karbohidrat seberat 11,60 gram, dan air seberat 86,0 gram (Rukmana, 2001). Sedangkan kandungan nutrisi dalam batang pisang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

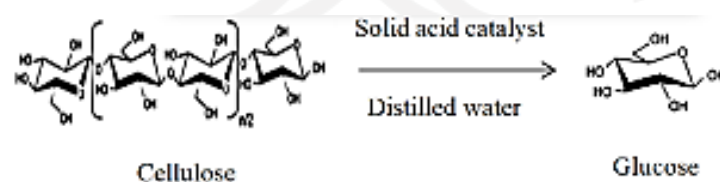
Tabel 2. 1. Kandungan nutrisi dalam batang pisang (Masri dkk, 2016)

Kandungan nutrisi	Jumlah
Kadar air	80-90%
Kadar abu	2-3%
Protein kasar	4,81%
Lemak kasar	14,23%
Serat kasar	27,73%
Zat ekstraktif	4-9%
Lignin	5-10%
Selulosa	60-65%
Hemiselulosa	20-30%

Limbah batang pisang dapat dimanfaatkan di beberapa industri, diantaranya industri pulp, kertas, dan tekstil dikarenakan kandungan serat selulosanya yang tinggi sehingga dapat menghasilkan kualitas produk yang baik dan kokoh.

2.2. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan suatu proses memecah molekul untuk membentuk dua atau lebih zat baru yang terjadi karena adanya pemutusan ikatan kimia dengan penambahan air (Speight, 2017). Tujuan hidrolisis adalah mengubah polisakarida menjadi monomer gula yang lebih sederhana. Proses hidrolisis dapat dilakukan penambahan katalis seperti asam, basa, dan enzim untuk mempercepat reaksinya. Reaksi yang umum terjadi saat proses hidrolisis asam ditunjukkan pada Gambar 2.1.



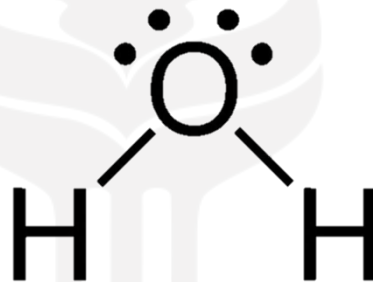
Gambar 2.1. Reaksi proses hidrolisis asam (Onda dkk, 2008)

Hidrolisis asam adalah salah satu proses penting yang diterapkan dalam produksi bahan kimia sebagai nilai tambah dari biomassa lignoselulosa (Lachenal dkk, 2004). Hidrolisis asam merupakan keadaan di mana air bertindak sebagai asam atau basa, dan molekul air tersebut akan melepaskan proton (Speight, 2018). Hidrolisis asam biasanya menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) atau asam klorida (HCl). Proses hidrolisis asam terus dieksplorasi hingga kini untuk

menghasilkan berbagai bahan kimia seperti selulosa, hemiselulosa, glukosa, fruktosa, dan xilosa (Ahmad dan Pent, 2018).

2.3. Kadar Air

Air merupakan salah satu komponen terpenting dalam proses fotosintesis tumbuhan, termasuk pisang. Setiap tumbuhan memiliki kebutuhan air yang berbeda-beda, tergantung dari jenis dan fase pertumbuhannya (Solichatun dkk, 2005). Struktur dari air dapat dilihat pada Gambar 2.2. Pengukuran kadar air dapat dilakukan dengan metode gravimetri yang mengacu pada AOAC. Prinsip pengujian kadar air dengan metode ini adalah penguapan terhadap air dalam sampel dengan energi panas pada oven di suhu tertentu (100-105°C) kemudian ditimbang hingga mendapatkan berat yang konstan (AOAC, 2005).



Gambar 2.2. Struktur kimia air (Cipcigan dkk, 2018)

Menurut Rusmono (1981), kadar air dibagi menjadi tiga tipe berdasarkan derajat keterikatan air. Tipe I adalah molekul air yang terikat pada molekul-molekul lain melalui suatu ikatan hidrogen yang berenergi besar. Air tipe ini tidak dapat membeku pada proses pembekuan, tetapi sebagian air ini dapat dihilangkan dengan cara pengeringan biasa. Air tipe ini terikat kuat dan sering kali disebut air terikat dalam arti sebenarnya. Tipe II, yaitu molekul-molekul air membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air lain, terdapat dalam mikrokapiler dan sifatnya agak berbeda dengan air minum. Air ini lebih sukar dihilangkan dan penghilangan air tipe II akan mengakibatkan penurunan AW (*water activity*). Jika air tipe II dihilangkan seluruhnya, kadar air bahan akan berkisar 3-7% dan kestabilan optimum bahan makanan akan tercapai, kecuali pada produk-produk yang dapat mengalami oksidasi akibat adanya kandungan lemak tidak jenuh. Tipe III adalah

air yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan seperti membran, kapiler, serat, dan lain-lain. Air tipe III inilah yang sering kali disebut dengan air bebas. Air tipe ini mudah diuapkan dan dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba dan media bagi reaksi-reaksi kimiawi. Apabila air tipe ini diuapkan seluruhnya, kandungan air bahan berkisar antara 12-25 % dengan AW (*water activity*) kira-kira 0,8% tergantung dari jenis bahan dan suhu. Tipe IV adalah air yang tidak terikat dalam jaringan suatu bahan atau air murni dengan sifat-sifat air biasa dan keaktifan penuh.

Pada saat pengujian, sampel dimasukkan ke dalam oven secara bertahap untuk menghindari adanya *case hardening*, yaitu keadaan di mana sampel belum kering sepenuhnya, hanya bagian luar saja sedangkan bagian dalam sampel masih basah. Jika hal ini terjadi, maka penguapan molekul airnya tidak dapat dilakukan secara maksimal karena terhambat (Tarvainen dkk, 2006). Batang pisang memiliki kadar air yang tinggi, berkisar sekitar 80-90% (Masri dkk, 2016). Pengukuran kadar air dengan berbasis berat kering adalah cara paling efektif untuk membuat tumbuhan, khususnya buah lebih awet apabila dilakukan dengan tepat. Jika pengujian tidak dilakukan sesuai dengan metode acuan, dapat mempengaruhi kualitas dari sampel uji (Ma, 2015).

2.4. Kadar Abu

Abu merupakan suatu residu anorganik yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan organik pada suhu tinggi. Kadar abu atau abu total menunjukkan jumlah mineral total yang ada dalam suatu biomassa. Pengukuran kadar abu merupakan salah satu parameter penting yang perlu dilakukan untuk mengevaluasi nutrisi dan komposisi dalam suatu sampel (Liu, 2019). Pengukuran kadar abu dilakukan secara destruksi kering dengan metode gravimetri yang mengacu pada AOAC.

Prinsip pengujian kadar abu dengan destruksi kering adalah pembakaran menggunakan krusibel di dalam *furnace* dengan suhu tinggi sekitar 500-600°C selama beberapa jam, kemudian ditimbang hingga mendapatkan berat yang konstan (AOAC, 2005). Tujuan dari pengukuran kadar abu sendiri yaitu untuk

melihat jumlah komponen mineral dalam sampel organik yang tertinggal pada saat proses pengabuan (Hoenig, 2005). Tahapan pengujian kadar abu dengan destruksi kering, meliputi pengeringan sampel, penguapan bahan volatil, dan oksidasi residu non-volatil hingga semua bahan hancur (Miller, 1992).

2.5. Zat Ekstraktif

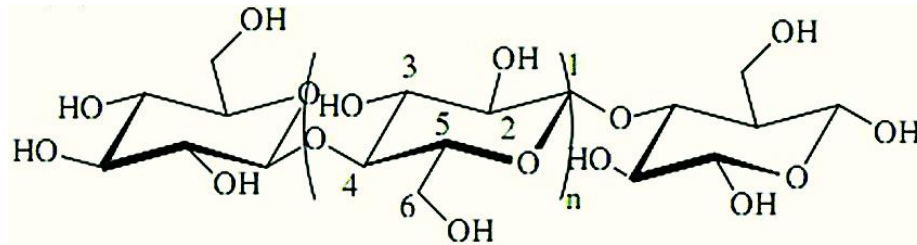
Setiap tumbuhan memiliki dinding sel yang di dalamnya memiliki polimer seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Namun, selain ketiga komponen tersebut, terdapat juga senyawa yang disebut zat ekstraktif. Zat ekstraktif adalah suatu komponen senyawa non struktural dari lignoselulosa (Pecha dkk, 2020). Dalam satu jenis tumbuhan, terdapat banyak jenis zat ekstraktif, diantaranya lemak, lilin, protein, terpen, resin, gula, pati, pektin, glikosida, saponin, sterol, dan flavonoid (Pattiya, 2018).

Zat ekstraktif memiliki pengaruh besar terhadap keawetan kayu karena adanya zat ekstraktif golongan asam-asam organik, tannin, resin, dan senyawa fenolik yang bersifat racun terhadap organisme perusak kayu. Selain itu, zat ekstraktif juga berpengaruh terhadap warna, bau, rasa, dan ketahanan dalam pembusukan kayu (Bajpai, 2018). Pengujian zat ekstraktif dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang tidak dibutuhkan di parameter pengujian selanjutnya. Zat ekstraktif dapat diekstraksi atau larut dengan air atau pelarut-pelarut organik, seperti etanol, benzena, aseton, hexena, dan toluena.

2.6. Selulosa

Selulosa ($C_6H_{12}O_6$) merupakan suatu polisakarida yang diproduksi oleh tanaman. Berdasarkan kuantitasnya, selulosa adalah polimer yang jumlahnya sangat melimpah di bumi karena sebagian besar selulosa merupakan hasil sintesis oleh enzim selulosa sintase yang berasal dari tanaman. Fungsi selulosa pada tanaman umumnya adalah sebagai penopang dan penjaga kestabilan struktur dinding sel. Menurut Nikmatin dkk (2012), selulosa memiliki struktur serat berbentuk kristal yang akan sulit untuk didegradasi secara enzimatik sehingga

dapat menjaga struktur dinding sel tetap kuat. Struktur kimia selulosa ditunjukkan pada Gambar 2.3.

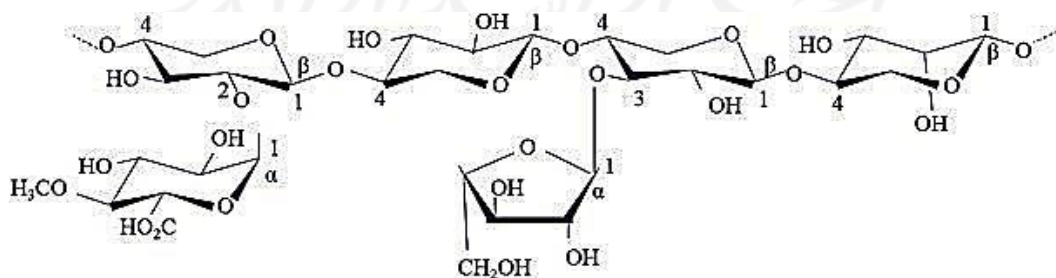


Gambar 2. 3. Struktur kimia selulosa (Du dkk, 2019)

Selulosa tersusun atas subunit D-glukosa yang jumlahnya mencapai 14.000 satuan dan saling terhubung dengan ikatan β -1-4-glukan yang tersusun oleh ikatan hidrogen dengan bentuknya yang amorf dan kristal (Nikmatin dkk, 2012). Sifat dari selulosa, diantaranya tidak larut dalam air, keras, dan berserat. Serat-serat yang kuat dalam selulosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam memproduksi kertas (Dewi dkk, 2015).

2.7. Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan polimer alami seperti selulosa. Menurut Brunner (2014), perbedaan selulosa dengan hemiselulosa yaitu hemiselulosa memiliki monomer karbohidrat, diantaranya galaktosa, glukosa, xilosa, arabinosa, dan manosa. Hemiselulosa juga pada umumnya memiliki sifat yang lebih higroskopis dibanding selulosa karena strukturnya yang lebih terbuka sehingga dapat menyerap lebih banyak air. Struktur kimia hemiselulosa dapat dilihat pada Gambar 2.4.

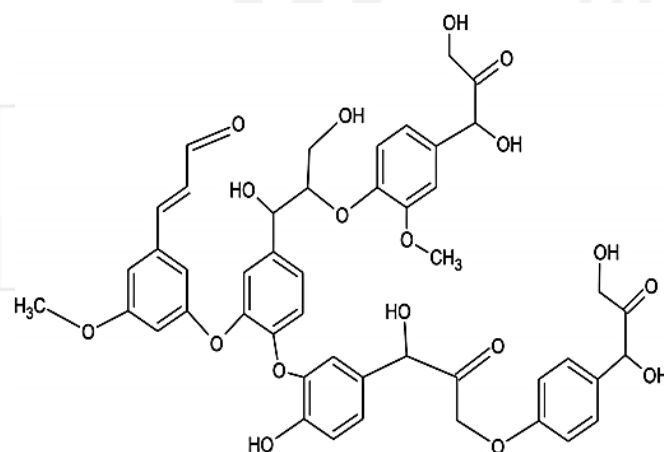


Gambar 2. 4. Struktur kimia hemiselulosa (Benaimche dkk, 2020).

Hemiselulosa dapat ditemukan dalam dinding sel tanaman (Mišurcová dkk, 2012). Umumnya, hemiselulosa tidak larut dalam air, namun larut dalam alkali sehingga dapat lebih mudah dihidrolisis dengan larutan basa sehingga hemiselulosa biasa disebut juga dengan gamma-selulosa (γ -selulosa). Batang pisang memiliki kandungan hemiselulosa yang cukup tinggi, yaitu berkisar 15-30% (Venkateshwaran dan Elayaperumal, 2010).

2.8. Lignin

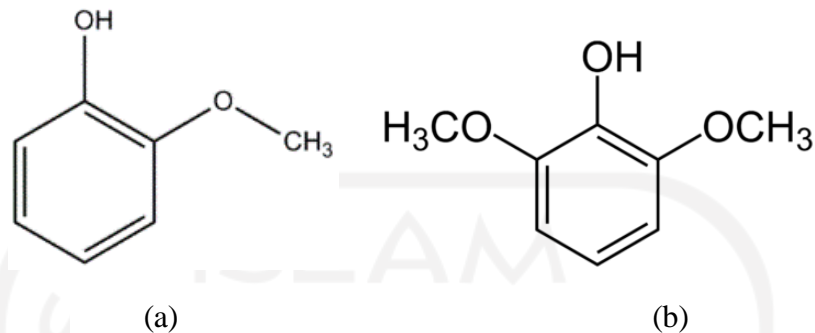
Lignin merupakan zat organik polimer yang terdapat di semua tumbuhan vaskular yang letaknya mengisi dinding sel, yang letaknya terdapat di dinding primer, dinding sekunder, dan rongga tengah atau biasa disebut *middle lamella* (Kögel-Knabner dkk, 2013). Makromolekul ini memiliki peran penting, yaitu mengikat serat tanaman dan membuat batang tanaman menjadi kokoh dan berdiri tegak karena adanya gugus aromatik yang saling terhubung dengan 2,3 gugus karbon rantai alifatik (Setiati dkk, 2016). Rumus molekul lignin adalah $(C_9H_{10}O_3)(CH_3O)$ dan struktur kimianya dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5. Struktur kimia lignin (Mahmood dkk, 2018)

Pada dasarnya, lignin tidak larut dalam pelarut sederhana. Namun terdapat juga jenis lignin yang larut dalam air, alkali, larutan garam dan buffer yang disebut dengan lignin alkali dan lignin sulfonat (Simatupang dkk, 2012).

Berdasarkan unsur strukturnya, terdapat dua jenis lignin, yaitu lignin guaiasil dan lignin guaiasil-siringil yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6. Struktur kimia (a) lignin guaiasil (b) lignin guaiasil-siringil (Rodríguez-Olalde dkk, 2015)

Lignin guaiasil biasanya ditemukan pada kayu lunak hasil polimerisasi dari koniferil alkohol, sedangkan lignin guaiasil-siringil terdapat di kayu keras yang dihasilkan dari kopolimer dan koniferil alkohol (Rodríguez-Olalde dkk, 2015).

Fungsi lignin dalam tumbuhan selain mengikat antar serat, lignin dapat membantu melindungi jaringan kayu dari jamur dan mikroba yang menutupi karbohidrat karena kelarutannya yang parsial serta kompleksitasnya sehingga sukar untuk didegradasi mikroorganisme (Mahmood dkk, 2018). Kadar lignin dalam tumbuhan sangatlah bervariasi. Menurut Saleh (2009), terdapat 20-40% kadar lignin untuk tanaman berkayu, dan kadar yang lebih kecil lagi untuk tanaman non kayu. Pada saat proses pembuatan pulp, lignin yang terkandung harus dalam jumlah yang kecil karena sifat lignin yang hidrofobik akan membuat produk pulp kaku jika kadar ligninnya tinggi. Selain itu, kadar lignin yang tinggi akan mempersulit saat penggilingan proses pulp.

BAB III METODOLOGI

3.1. Alat

Instrumen spektrofotometri UV-Vis double beam (*Hitachi UH5300*), krusibel, evaporator, neraca analitik (*Ohaus*), spatula, pengaduk kaca, pH meter, pengaduk kaca, pipet tetes, pipet ukur, pipet volume, pro pipet, oven, desikator, batu didih, corong gelas, kaca arloji, buret 25 mL, seperangkat alat refluks, seperangkat alat sokhletasi, dan seperangkat alat gelas.

3.2. Bahan

Batang pisang, larutan asam sulfat (H_2SO_4) 96-98%; 72%; 3 N; 0,5 M, larutan natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1 N, larutan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 0,25 N, indikator ferroin, aseton, akuades, larutan buffer pH 4, 7, dan 10, kertas saring, kertas seka, alumunium foil, dan tisu.

3.3. Prosedur kerja

3.3.1. Preparasi sampel

Sampel batang pohon pisang yang telah dipangkas kemudian dipotong menjadi beberapa bagian kecil dan dihaluskan hingga menjadi serbuk. Lalu, sampel serbuk batang pisang dijemur hingga kering.

3.3.2. Hidrolisis sampel

Serbuk batang pisang ditimbang sebanyak 5 gram, lalu dimasukkan ke dalam labu alas bulat, kemudian ditambahkan 50 mL asam sulfat 0,5 M dan diaduk. Batu didih ditambahkan ke labu lalu dilakukan refluks terhadap sampel selama 1-2 jam dengan suhu 100°C.

3.3.3. Kadar air

Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode berat kering dengan acuan AOAC. Sampel ditimbang sebanyak 5 gram, lalu dimasukkan dalam krusibel untuk dipanaskan dalam oven dengan suhu 100°C selama 3 jam, kemudian didinginkan dalam desikator. Setelah itu, ditimbang hingga berat konstan dan dihitung persentase kadar air. Perhitungan kadar air digunakan persamaan 3.1.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

W_1 = berat cawan (g)

W_2 = berat cawan + contoh (g)

W_3 = berat cawan + contoh setelah pemanasan (g)

3.3.4. Kadar abu

Pengukuran kadar abu diuji berdasarkan acuan AOAC. Sampel ditimbang 2 gram, lalu dimasukkan dalam krusibel untuk dibakar dalam *furnace* dengan suhu 600°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator. Setelah itu, ditimbang hingga berat konstan dan dihitung persentase kadar abu. Perhitungan kadar abu digunakan persamaan 3.2.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

W_1 = berat krusibel (g)

W_2 = berat krusibel + contoh (g)

W_3 = berat krusibel + contoh setelah pengabuan (g)

3.3.5. Zat ekstraktif

Pengukuran zat ekstraktif dilakukan berdasarkan metode Tappi T204. Sebanyak 1 gram sampel ditimbang, lalu dibungkus dengan kertas saring. Kertas saring dilipat rapat-rapat dan diikat dengan menggunakan benang, kemudian dimasukkan ke kolom sokhlet. Pelarut aseton sebanyak 125 mL ditambahkan ke labu leher dua yang sebelumnya sudah dirangkai dengan alat ekstraksi soklet.

Sampel diekstraksi selama 6 jam dengan suhu 100°C hingga menghasilkan ekstraksi sokhlet berupa filtrat (campuran zat ekstraktif dan pelarutnya). Filtrat yang diperoleh diuapkan dengan untuk menguapkan pelarut aseton sehingga didapatkan zat ekstraktif dalam sampel batang pisang menggunakan alat evaporator selama 20-30 menit. Setelah itu, didapat residu yang tertinggal, itulah zat ekstraktifnya. Cawan porselen disiapkan dan ditimbang. Selanjutnya, residu yang tertinggal tersebut dimasukkan ke dalam cawan porselen, dipanaskan pada suhu 100°C selama 2 jam, didinginkan dalam desikator, lalu ditimbang berat zat ekstraktif. Perhitungan kadar zat ekstraktif digunakan dengan persamaan 3.3.

$$\text{Zat ekstraktif (\%)} = \frac{W-W_1}{W} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan:

W = berat contoh (g)

W₁ = berat contoh setelah pemanasan (g)

3.3.6. Pembuatan larutan NaOH 17,5%

Sebanyak 17,5 gram kristal NaOH ditimbang dan dilarutkan dengan akuades. Akuades ditambahkan hingga volume 100 mL, lalu larutan NaOH 17,5% yang sudah siap digunakan tersebut disimpan di botol gelap.

3.3.7. Pembuatan Larutan Kalium Dikromat (K₂Cr₂O₇) 0,25 N

Sebanyak 6,1298 gram serbuk K₂Cr₂O₇ yang sudah dipanaskan dan didestilasi ditimbang dan dimasukkan ke labu ukur 500 mL. Larutan diencerkan dengan akuades dan ditambahkan magnetic stirrer, kemudian diaduk hingga homogen.

3.3.8. Pembuatan larutan FAS 0,1 N

Sebanyak 39,2 gram Fe(NH₄)₂(SO₄)₂.6H₂O ditimbang dan dilarutkan dengan akuades, kemudian ditambahkan dengan 20 mL H₂SO₄ p.a. Larutan tersebut diencerkan hingga 1000 mL.

3.3.9. Standarisasi larutan FAS 0,1 N

Larutan $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (FAS) 0,1 N dimasukkan ke dalam buret, lalu pada erlenmeyer diisi oleh larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,25 N sebanyak 10 mL dan 5 mL H_2SO_4 p.a. Larutan di dalam Erlenmeyer didiamkan sampai suhu kamar, kemudian ditambahkan 3 tetes indikator ferroin. Larutan dititrasi dengan larutan FAS hingga terjadi perubahan warna menjadi merah kecoklatan. Titrasi dilakukan secara triplo.

3.3.10. Kadar alfa-selulosa

Pengujian α -selulosa dilakukan dengan mengacu pada SNI 0444:2009. Sebanyak 0,75 gram sampel dimasukkan ke dalam gelas beaker 250 mL, ditambahkan 37,5 mL NaOH 17,5% yang telah dijaga suhunya pada 25°C. Campuran antara sampel dan larutan tersebut diaduk hingga terdispersi sempurna, dan dicatat waktu pengadukan. Setelah terdispersi sempurna, dibilas pengaduk dengan 12,5 mL NaOH 17,5% untuk membersihkan sampel yang menempel pada pengaduk, lalu disimpan larutan selama 30 menit dalam penangas dengan suhu 25°C. Setelah 30 menit pertama, dilakukan penambahan akuades sebanyak 50 mL lalu diaduk. Larutan didiamkan kembali dalam penangas selama 30 menit dengan suhu 25°C sehingga total waktu ekstraksi adalah 60 menit. Setelah itu, diaduk dan dituang ke corong masir. Filtrat yang dihasilkan dipipet sebanyak 12,5 mL lalu ditambahkan 5 mL $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,5 N dan 25 mL H_2SO_4 98% ke dalam erlenmeyer 250 mL, serta 25 ml akuades kemudian didinginkan di suhu ruang. Setelah dingin, ditambahkan indikator ferroin sebanyak 2-4 tetes. Larutan tersebut kemudian dititrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1 N dan diamati perubahan warna yang terjadi. Prosedur serupa dilakukan untuk titrasi blanko dengan mengganti menjadi campuran antara larutan NaOH 17,5% sebanyak 6,25 mL dan akuades sebanyak 6,25 mL. Kandungan α -selulosa dihitung berdasarkan persamaan 3.4.

$$X = 100 - \frac{6,85 (V_1 - V_2) \times N \times 20}{A \times W} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

X = kadar α -selulosa (%)

V_1 = Volume titrasi blanko (mL)

V_2 = Volume titrasi filtrat (mL)

N = normalitas larutan ferro ammonium sulfat (N)

A = volume filtrat (mL)

W = berat kering sampel (g)

3.3.11. Kadar beta dan gama-selulosa

Pengujian β - γ selulosa dilakukan dengan mengacu pada SNI 0444:2009. Sebanyak 25 ml filtrat dipipet ke dalam gelas ukur 100 mL, lalu ditambah dengan 25 mL H_2SO_4 3 N, kemudian diaduk. Gelas ukur yang berisi campuran antara filtrate dan reagen dipanaskan dengan meredamnya pada penangas yang diisi oleh air dengan suhu 70-90°C selama beberapa menit untuk mengkoagulasikan beta selulosa. Setelah dipanaskan, didiamkan larutan selama minimal satu malam hingga mengendap sempurna. Esok harinya, didekantasi hingga mendapat larutan yang jernih. Filtrat berupa larutan jernih tersebut dipipet sebanyak 25 mL ke labu ukur 250 mL, lalu ditambah 5 mL $K_2Cr_2O_7$ dan 45 mL H_2SO_4 p.a. Campuran tersebut didiamkan selama 15 menit, kemudian dilakukan titrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1 N dan diamati perubahan warna yang terjadi. Prosedur serupa dilakukan untuk titrasi blanko, dengan mengganti sampel menjadi campuran antara larutan NaOH 17,5% sebanyak 6,25 mL, akuades sebanyak 12,5 mL, dan 12,5 mL H_2SO_4 3 N. Kandungan γ selulosa dapat dihitung dengan persamaan 3.5.

$$Y = \frac{6,85 (V_3 - V_4) \times N \times 20}{25 \times W} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

Y = kadar γ selulosa (%)

V_3 = Volume titrasi blanko (mL)

V_4 = Volume titrasi filtrat (mL)

N = Normalitas larutan ferro ammonium sulfat (N)

W = berat kering sampel (g)

Sedangkan untuk β -selulosa dihitung dengan persamaan 3.6.

$$Z = 100 - (X+Y) \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan:

Z = kadar β selulosa (%)

X = kadar α selulosa (%)

Y = kadar γ selulosa (%)

3.3.12. Kadar lignin metode Klason

Uji kadar lignin dengan metode Klason dilakukan merujuk pada Tappi T222, sampel sebanyak 1 gram ditimbang, lalu dimasukkan ke dalam gelas *beaker* 50 mL. Ditambah asam sulfat 72% dengan suhu 20°C sebanyak 15 mL ke dalam gelas *beaker* tersebut. Penambahan dilakukan sambil pengadukan selama 2-3 menit, lalu ditutup gelas *beaker* dengan kaca arloji ketika larutan telah terdispersi sempurna. Larutan didiamkan dalam bak perendam selama 2 jam dan dilakukan pengadukan sesekali. Lalu ditambah akuades sebanyak 300 mL ke dalam labu 1000 mL dan dipindahkan sampel. Larutan ditambahkan 575 mL akuades hingga konsentrasi asam sulfat menjadi 3%, kemudian dilakukan refluks selama 4 jam pada suhu 100°C. Setelah itu, didinginkan dan didiamkan sampai endapan lignin mengendap sempurna. Setelah itu, larutan didekantasi dan dipindahkan endapan ke corong gelas dengan dilapisi kertas yang telah diketahui beratnya. Dicuci endapan lignin sampai bebas asam dengan air panas hingga pH 7, lalu dikeringkan kertas saring berisi endapan lignin tersebut pada oven bersuhu 105°C selama 1-2 jam, didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai berat konstan. Dilakukan pengerjaan tersebut sebanyak dua kali penetapan. Perhitungan kadar lignin metode klason digunakan dengan persamaan 3.7.

$$\text{Kadar lignin (\%)} = \frac{A}{B} \times 100\% \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan:

A = berat kering lignin (g)

B = berat serbuk awal (g)

3.3.13. Kadar lignin terlarut asam

Uji lignin terlarut asam dilakukan dengan menggunakan instrumen spektrofotometri UV-Vis, metode ini merujuk pada metode Tappi T250. Filtrat

yang dihasilkan saat proses dekantasi dikumpulkan dalam gelas beaker 500 mL. Larutan sebanyak 15 mL diambil lalu dimasukkan ke dalam 5 kuvet, dan dibuat sampel blanko berupa H₂SO₄ 72% sebanyak 5 mL. Diuji larutan tersebut dengan menggunakan instrumen spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 277,5 nm dengan koefisien adsorpsi adalah 110 L/g.cm. Perhitungan kadar lignin terlarut asam digunakan persamaan 3.8 dan 3.9.

$$C = \frac{A}{100} \times Fp \dots \dots \dots (3.8)$$

$$X = \frac{C \times V}{1000 \times W} \times 100 \dots \dots \dots (3.9)$$

Keterangan:

C = konsentrasi lignin terlarut asam (g/L)

A = nilai absorban pada panjang gelombang 277,5 nm

Fp = faktor pengenceran

X = kadar lignin terlarut asam (%)

V = volume total filtrat (mL)

W = berat kering tanur serbuk (g)

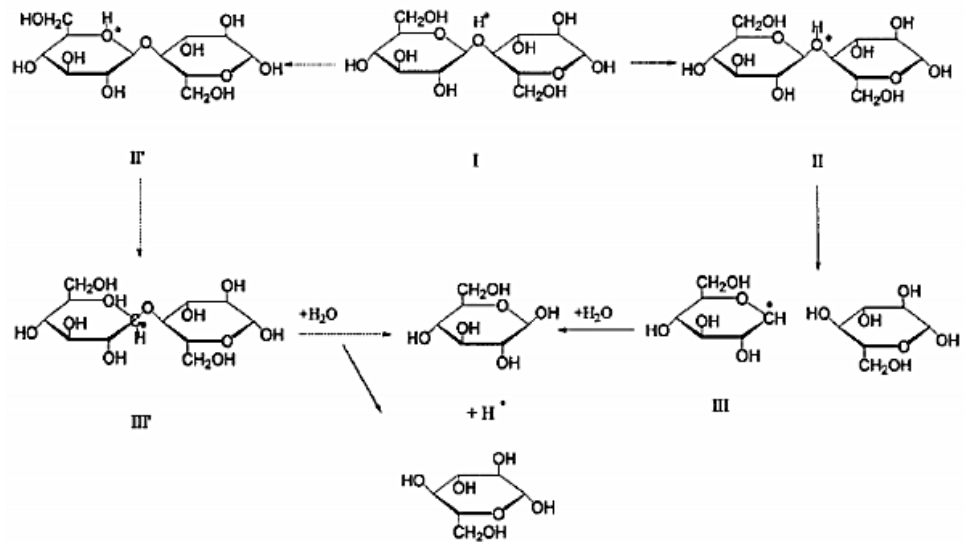
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan proses dekomposisi di mana adanya bahan kimia yang bereaksi dengan air. Reaksi tersebut ditandai dengan pemecahan molekul air menjadi hidrogen (H^+) dan gugus hidroksida (OH^-) dengan salah satu atau keduanya menjadi terikat pada bahan kimia awal (Speight, 2018). Selama proses hidrolisis, selulosa dapat diubah menjadi beberapa oligosakarida yang mengandung unit glukosa. Hidrolisis terhadap batang pisang menggunakan jenis hidrolisis asam. Hidrolisis asam merupakan sebuah proses dengan prinsipnya yaitu kristal selulosa mengalami pelarutan sepenuhnya di dalam asam kuat dengan suhu rendah.

Larutan yang dapat digunakan saat proses hidrolisis dengan asam kuat diantaranya, asam klorida, asam sulfat, asam format, dan asam nitrat. Hidrolisis batang pisang dilakukan dengan menggunakan pelarut asam sulfat (H_2SO_4) 0,5 M. Pada proses hidrolisis ini, asam sulfat akan memecah molekul air pada batang pisang secara acak dan menghasilkan gula pereduksi. Pemilihan asam sulfat dalam proses hidrolisis yaitu asam sulfat adalah asam kuat yang dapat menghasilkan gula yang lebih tinggi dengan reproduktifitas yang baik dibandingkan dengan asam lainnya karena asam sulfat mengandung lebih banyak ion H^+ yang dapat membuat reaksi hidrolisis terjadi lebih cepat (Chen, 2015). Mekanisme selulosa dengan hidrolisis asam ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1. Mekanisme selulosa dengan hidrolisis asam (Joksimovic dan Markovic, 2007).

Berdasarkan Gambar 4.1., hidrolisis selulosa dimulai dengan reaksi proton asam dan oksigen yang mengikat dua unit glukosa, membentuk asam terkonjugasi yang sesuai kemudian pemutusan ikatan C-O terjadi, dan karbokation siklik terbentuk. Pada langkah berikutnya, setelah penambahan air yang cepat, molekul gula terbentuk, dan sebuah proton dilepaskan (Joksimovic dan Markovic, 2007). Asam kuat dapat memutuskan ikatan glikosidik polisakarida, membebaskan komponen monosakarida, tetapi juga cenderung mendegradasi gula monomer (Refaat, 2012). Singkatnya, proses yang terjadi saat hidrolisis selulosa dengan asam adalah sebagai berikut:

Selulosa → Glukosa → Produk selulosa hasil degradasi

Keunggulan hidrolisis menggunakan asam selain gula yang dihasilkan memiliki jumlah yang tinggi, adalah proses hidrolisis akan lebih mudah dilakukan karena waktu yang diperlukannya cepat, dapat dilakukan secara acak, dan tidak dipengaruhi oleh banyak faktor (Ega, 2002). Menurut Chen (2015), faktor-faktor yang mempengaruhi hidrolisis terdiri dari pH, suhu reaksi, dan waktu reaksi.

4.2. Kadar Air

Kadar air merupakan sejumlah air yang terdapat dalam suatu bahan seperti tanaman. Batang pisang adalah tanaman dengan kadar air yang cukup besar karena air merupakan salah satu komponen penting dalam proses fotosintesis (Prasetyo dkk, 2019). Analisis kadar air dalam batang pisang dilakukan dengan metode gravimetri dengan prinsip pengujiannya adalah kandungan air pada sampel akan mengalami penguapan dengan suhu 100-105°C di dalam oven selama 1-2 jam, lalu ditimbang hingga beratnya konstan (AOAC, 2005). Sampel batang pisang yang sudah diuapkan dalam oven perlu dimasukkan ke dalam desikator selama 15-30 menit dengan tujuan menghilangkan uap yang dihasilkan dari proses pemanasan dalam oven sehingga ketika dilakukan penimbangan akan mendapatkan hasil yang tepat dan konstan.

Kelebihan dari metode gravimetri diantaranya, mudah, murah, dan cukup cepat dilakukan. Sedangkan untuk kekurangannya, bahan-bahan yang memiliki kandungan tertentu dapat mengganggu proses analisis kadar air, contohnya sampel dengan kadar gula tinggi dapat mengalami karamelisasi, sampel dengan kandungan lemak atau minyak dapat teroksidasi, dan bahan lain yang dapat mudah menguap selain air dapat terukur. Kadar air dinyatakan dengan persentase berat kering yang diuji terhadap sampel tanpa hidrolisis, hidrolisis 1 jam, dan hidrolisis 2 jam yang terdiri atas 4 sampel dengan masing-masing pengujian dilakukan dua kali. Pengukuran kadar air dihitung sesuai rumus pada persamaan 3.1 yaitu selisih antara berat cawan berisi sampel sebelum penguapan dikurangi dengan berat cawan berisi sampel setelah dilakukan penguapan, dibagi dengan berat cawan berisi sampel sebelum penguapan dikurangi berat cawan kosong kemudian dikalikan 100%. Hasil analisis kadar air dapat dilihat pada Tabel 4.1., Tabel 4.2., dan Tabel 4.3.

Tabel 4. 1. Kadar air tanpa hidrolisis

Kode	Kadar air (%)	Rata-rata (%)
1	87,66	87,34
	87,03	
2	87,89	87,81
	87,73	
3	86,50	86,61
	86,72	
4	86,96	87,04
	87,12	
Rata-rata kadar air tanpa hidrolisis (%)		87,20
RSD (%)		0,58

Tabel 4. 2. Kadar air hidrolisis 1 jam

Kode	Kadar air (%)	Rata-rata (%)
1	89,35	89,34
	89,32	
2	89,28	88,07
	86,85	
3	89,79	88,71
	87,63	
4	89,95	88,66
	87,37	
Rata-rata kadar air hidrolisis 1 jam (%)		88,69
RSD (%)		0,59

Tabel 4. 3. Kadar air hidrolisis 2 jam

Kode	Kadar air (%)	Rata-rata (%)
1	91,43	90,86
	90,29	
2	91,13	90,40
	89,67	
3	90,24	90,83
	91,42	
4	90,65	90,57
	90,49	
Rata-rata kadar air hidrolisis 2 jam (%)		90,66
RSD (%)		0,24

Nilai kadar air yang diperoleh untuk sampel tanpa hidrolisis, hidrolisis 1 jam, dan hidrolisis 2 jam secara berurut didapat rata-rata sebesar 87,20%, 88,69% dan

90,66% dengan %RSD sebesar 0,58%, 0,59%, dan 0,24%. Waktu hidrolisis memiliki pengaruh yang berbanding lurus dengan kadar air, di mana semakin lama waktu hidrolisis maka semakin tinggi kadar air di batang pisang. Hal ini karena dalam proses hidrolisis terdapat proses pemecahan molekul air, semakin lama waktu hidrolisis, volume air yang mengalir dari labu destilat akan semakin banyak. Menurut Masri dkk (2016), batang pisang memiliki kadar air sekitar 80-90% dengan presisi (%RSD) yang baik adalah $\leq 2\%$. Hal ini menunjukkan bahwa metode gravimetri yang mengacu pada AOAC memiliki kinerja yang baik.

4.3. Kadar Abu

Kadar abu atau abu total dilakukan untuk menunjukkan jumlah mineral total yang terkandung dalam suatu biomassa. Uji kadar abu pada batang pisang dilakukan dengan metode gravimetri berbasis destruksi kering dengan prinsip pengujiannya yaitu krusibel dipanaskan di dalam *furnace* dengan suhu sekitar 500-600°C selama beberapa jam, lalu ditimbang hingga beratnya konstan (AOAC, 2005). Menurut Sunartaty dan Yulia (2017), pengabuan dilakukan pada suhu 500-600°C dengan tujuan untuk mengetahui seberapa banyak komponen mineral yang tertinggal, apabila suhunya melebihi 600°C maka kandungan alkali dan karbondioksida dari senyawa karbonat dalam batang pisang akan hilang. Proses analisis kadar abu dilakukan selama beberapa jam dengan tujuan untuk mendapatkan hasil pengabuan yang sempurna. Pengabuan yang sempurna ditandai dengan adanya perubahan bentuk sampel menjadi abu dan warnanya menjadi warna putih keabu-abuan (PP-Kimia LIPI, 2011). Setelah bentuk dan warna sampel batang pisang sudah berubah menjadi abu dalam waktu beberapa jam, selanjutnya sampel di dalam krusibel harus didinginkan terlebih dulu di dalam desikator selama 1 jam untuk menyesuaikan dengan suhu ruang pada saat ditimbang sehingga nantinya akan mendapatkan berat yang konstan.

Pengabuan dengan destruksi kering dilakukan karena metodenya yang mudah, reagen yang dibutuhkan sedikit, peralatan yang diperlukan sederhana, dan efektif dalam penghancuran bahan organik, tentunya dengan pemilihan suhu pengabuan, waktu pengabuan, dan ukuran sampel yang sesuai (Munoz dkk,

2013). Standar pengabuan yang direkomendasikan, diantaranya berat sampel sekitar 1-4 gram pada suhu 600°C yang dilakukan selama semalaman (Liu, 2019). Kadar abu pada sampel batang pisang diuji terhadap sampel tanpa hidrolisis, hidrolisis 1 jam, dan hidrolisis 2 jam yang terdiri atas 4 sampel dengan masing-masing pengujian dilakukan dua kali. Pengukuran kadar abu dengan destruksi kering dihitung sesuai rumus pada persamaan 3.2 yaitu selisih antara penimbangan terhadap sampel abu dikurangi dengan berat krusibel kosong saat sebelum dilakukan pengabuan, dibagi dengan berat krusibel berisi sampel dikurangi berat krusibel kosong kemudian dikalikan dengan 100%. Hasil pengukuran kadar abu dapat dilihat pada Tabel 4.4., Tabel 4.5., dan Tabel 4.6.

Tabel 4.4. Kadar abu tanpa hidrolisis

Sampel	Kadar abu (%)	Rata-rata (%)
1	3,72	3,69
	3,66	
2	3,58	3,67
	3,76	
3	3,72	3,77
	3,82	
4	3,70	3,68
	3,66	
Rata-rata kadar abu tanpa hidrolisis (%)		3,70
RSD (%)		1,22

Tabel 4.5. Kadar abu hidrolisis 1 jam

Sampel	Kadar abu (%)	Rata-rata (%)
1	3,64	3,63
	3,62	
2	3,60	3,61
	3,62	
3	3,62	3,59
	3,56	
4	3,60	3,63
	3,66	
Rata-rata kadar abu hidrolisis 1 jam (%)		3,61
RSD (%)		0,54

Tabel 4. 6. Kadar abu hidrolisis 2 jam

Sampel	Kadar abu (%)	Rata-rata (%)
1	3,58	3,58
	3,58	
2	3,58	3,59
	3,60	
3	3,56	3,59
	3,62	
4	3,64	3,53
	3,42	
Rata-rata kadar abu hidrolisis 2 jam (%)		3,57
RSD (%)		0,80

Nilai kadar abu yang diperoleh untuk sampel tanpa hidrolisis, hidrolisis 1 jam, dan hidrolisis 2 jam secara berurutan 3,70, 3,61%, dan 3,57% didapat rata-rata sebesar dengan %RSD sebesar 1,22%, 0,54%, dan 0,80%. Nilai kadar abu memiliki pengaruh yang berbanding terbalik dengan waktu hidrolisis, di mana semakin lama waktu hidrolisis maka kadar abu semakin menurun. Hal ini dikarenakan waktu hidrolisis yang semakin lama akan semakin banyak komponen mineral yang ikut terlarut di air dan larutan asam sehingga kadar abunya menurun (Desmawarni dan Hamzah, 2017). Menurut Reddy dkk (2014), batang pisang mengandung kadar abu maksimal 4% dengan presisi (%RSD) yang baik adalah $\leq 2\%$.

4.4. Kadar Zat Ekstraktif

Pengujian zat ekstraktif pada batang pisang dilakukan dengan ekstraksi sokhletasi yang mengacu pada metode standar Tappi T204. Metode sokhletasi dipilih karena metode ini dapat mendapatkan hasil ekstrak dengan jumlah yang banyak, pelarut yang digunakan volumenya sedikit, dan waktu analisisnya cepat (Heinrich dkk, 2014). Prinsip sokhletasi adalah proses pemanasan yang dilakukan secara berulang dengan menggunakan pelarut tertentu hingga menimbulkan uap yang membasahi sampel, kemudian pelarut tersebut kembali masuk ke dalam labu membawa senyawa kimia yang akan diisolasi (Tondra, 2011). Hasil pengujian zat ekstraktif disajikan pada Tabel 4.7. Zat ekstraktif pada batang pisang dilakukan dengan menggunakan sampel yang kering agar tidak ada kandungan air di dalamnya yang dapat menjadi kontaminan dalam proses sokhletasi. Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam kertas saring lalu diikat dengan benang agar tetap berada di dalam kertas saring saat dilakukan sokhletasi. Pelarut organik yang digunakan dalam analisis zat ekstraktif pada batang pisang adalah aseton. Aseton memiliki susunan kimia yang mencakup unsur-unsur yang bersifat non polar dan tidak bersifat toksik. Proses ekstraksi dilakukan selama 6 jam hingga meninggalkan filtrat berupa campuran antara zat ekstraktif dengan pelarut aseton yang telah membawa senyawa kimia pada labu. Filtrat yang berisi campuran ini selanjutnya diuapkan dengan alat *rotary evaporator* hingga mendapatkan pelarut murni aseton yang dapat digunakan kembali untuk sampel selanjutnya (Tondra, 2011). Filtrat lainnya yang tidak teruapkan berisi endapan zat ekstraktif dimasukkan ke dalam cawan porselen untuk dipanaskan dalam oven dengan suhu 100°C selama 2 jam, kemudian didinginkan di dalam desikator agar mendapatkan berat zat ekstraktif yang tepat pada saat ditimbang.

Tabel 4. 7. Kadar zat ekstraktif batang pisang

Keterangan	Kadar Zat Ekstraktif (%)
Tanpa hidrolisis	8,58
Hidrolisis 1 jam	8,61
Hidrolisis 2 jam	8,88

Analisis kadar zat ekstraktif di dalam sampel batang pisang pada Tabel 4.7. dihitung berdasarkan rumus dalam Persamaan 3.3., yaitu selisih antara berat

contoh sebelum dipanaskan dikurangi berat contoh setelah pemanasan dibagi dengan berat contoh sebelum dipanaskan kemudian dikali 100%. Kadar zat ekstraktif dipengaruhi oleh waktu hidrolisis. Semakin lama waktu hidrolisis, maka zat ekstraktif semakin tinggi akibat senyawa-senyawa nya akan semakin tertinggal di dalam padatan. Kadar zat ekstraktif dalam batang pisang tanpa hidrolisis, hidrolisis 1 jam, dan hidrolisis 2 jam secara berurutan adalah 8,58%, 8,61%, dan 8,88%. Peningkatan kadar zat ekstraktif diakibatkan karena pengaruh waktu hidrolisis. Menurut Boddy dan Rayner (1988), tumbuhan yang tumbuh di daerah tropis umumnya memiliki kadar zat ekstraktif antara 3-10% dengan presisi (%RSD) yang baik adalah $\leq 2\%$. Hal ini berarti metode pengujian kadar zat ekstraktif dengan acuan standar Tappi T222 memiliki kinerja yang baik.

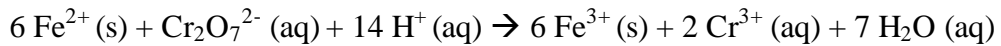
4.5. Kadar Selulosa

Pengujian kadar selulosa dilakukan terhadap ketiga jenis selulosa, yaitu α -selulosa, γ -selulosa, dan β -selulosa. Pengujian dilakukan berdasarkan metode SNI 0444:2009 yaitu ketiga kadar selulosa diukur dengan metode titrasi. Langkah awal sebelum melakukan titrasi adalah standarisasi larutan sekunder, yaitu larutan ferro ammonium sulfat (FAS) 0,1 N yang dapat dilihat hasilnya pada Tabel 4.8. Fungsi standarisasi adalah menentukan konsentrasi larutan secara tepat karena sifatnya yang tidak stabil apabila disimpan dalam rentang waktu yang lama (Kenkel, 2003).

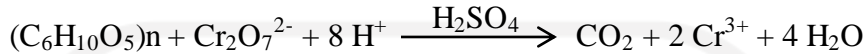
Tabel 4.8. Hasil standarisasi larutan FAS 0,1 N

No	V $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N (mL)	V titrasi (mL)
1	10	24,51
2	10	24,54
3	10	24,52
V titrasi rata-rata (mL)		24,52
Normalitas FAS 0,1 N (N)		0,1019

Standarisasi larutan standar sekunder ferro ammonium sulfat (FAS) dititrasi dengan larutan primer kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) yang menyebabkan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Standarisasi dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali hingga mendapatkan hasil volume titrasi rata-rata sebesar 24,52 mL, kemudian didapat normalitas FAS sebesar 0,1019 N. Sedangkan untuk reaksi total dengan selulosa adalah sebagai berikut:



Penambahan H_2SO_4 berfungsi sebagai katalis yang mempercepat terjadinya reaksi. Hal ini menyebabkan terjadinya perubahan warna dari kuning menjadi hijau. Kelebihan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ kemudian dititrasi dengan larutan ferro ammonium sulfat (Indriyati dkk, 2016).

Penentuan kadar selulosa dalam sampel batang pisang dilakukan dengan metode titrimetri dengan prinsip pengujian didasarkan pada ekstraksi pulp dengan larutan natrium hidroksida 17,5% pada suhu 25°C, kemudian dioksidasi oleh kalium dikromat dan ditentukan secara volumetric (SNI, 2009). Hasil analisis kadar selulosa dapat dilihat pada Tabel 4.9, Tabel 4.10, dan Tabel 4.11. Selulosa dikelompokkan menjadi tiga jenis berdasarkan kelarutannya dalam pelarut NaOH atau basa kuat. Jenis alfa-selulosa merupakan selulosa yang tidak larut dalam NaOH 17,5% atau basa kuat. Gamma-selulosa merupakan selulosa yang larut dalam NaOH 17,5% atau basa kuat dengan kandungan utamanya hemiselulosa. Beta-selulosa adalah selulosa yang larut dalam NaOH 17,5% namun dapat mengendap apabila dilakukan penetralan.

Tabel 4. 9. Kadar α -selulosa

Sampel	V titrasi 1 (mL)	V titrasi 2 (mL)	Kadar α -selulosa (%)
Blanko	19,41	19,83	-
Tanpa hidrolisis	0,84	0,84	72,02
Hidrolisis 1 jam	0,69	0,71	71,81
Hidrolisis 2 jam	0,51	0,53	71,55

Tabel 4. 10. Kadar γ -selulosa

Sampel	V titrasi 1 (mL)	V titrasi 2 (mL)	Kadar γ -selulosa (%)
Blanko	10,11	10,15	-
Tanpa hidrolisis	35,73	35,75	19,07
Hidrolisis 1 jam	35,41	35,43	18,83
Hidrolisis 2 jam	35,13	35,15	18,62

Tabel 4. 11. Kadar β -selulosa

Sampel	Kadar Alfa selulosa(%)	Kadar Gamma selulosa (%)	Kadar Beta selulosa (%)
Tanpa hidrolisis	72,02	19,07	8,91
Hidrolisis 1 jam	71,81	18,83	9,36
Hidrolisis 2 jam	71,55	18,62	9,83

Alfa-selulosa dihitung menggunakan rumus pada persamaan 3.4, gamma-selulosa dihitung menggunakan rumus pada persamaan 3.5., dan beta-selulosa dihitung menggunakan rumus pada persamaan 3.6.

Hasilnya menunjukkan bahwa semakin lama waktu hidrolisis maka kadar selulosa yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena waktu pemasakan menyebabkan peningkatan degradasi akibat dari pemutusan rantai polimerisasinya yang menyebabkan rusaknya serat selulosa. Penurunan kadar selulosa dikarenakan komponen hemiselulosa dan lignin pada batang pisang telah terhidrolisis menjadi glukosa yang larut dalam proses pencucian dengan menggunakan air. Beta-selulosa adalah komponen yang ada dalam selulase dan melengkapi langkah terakhir selama hidrolisis selulosa dengan mengubah selobiosa menjadi glukosa. Reaksi ini selalu terkendali karena dihambat oleh glukosa produknya (Singhania dkk, 2013). Pecahnya komponen hemiselulosa dan lignin menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti glukosa yang larut dalam air dapat berpengaruh terhadap produksi selulosa yang dihasilkan.

4.6.Kadar Lignin Metode Klason

Lignin merupakan lapisan terluar yang memiliki fungsi sebagai pembentuk struktur pada batang pisang. Lignin klason merupakan residu hasil reaksi hidrolisis dan kondensasi dengan menggunakan asam sulfat 72% dan 3%. Lignin

metode klason merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan material lignin yang tidak larut dalam proses depolimerisasi selulosa menggunakan asam sulfat 72%, lalu diikuti dengan hidrolisis polisakarida menggunakan asam sulfat 3% yang telah dipanaskan. Hasil pengukuran kadar lignin metode klason yang mengacu pada metode standar Tappi T222 disajikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12. Kadar lignin metode klason

Sampel	Kadar lignin 1 (%)	Kadar lignin 2 (%)	RPD (%)
Tanpa hidrolisis	11,54	11,85	2,62
Hidrolisis 1 jam	4,19	4,27	1,75
Hidrolisis 2 jam	2,73	2,71	0,57

Berdasarkan Tabel 4.12. hasil kadar lignin yang diperoleh untuk sampel batang pisang tanpa hidrolisis adalah 11,54% dan 11,85% dengan %RPD 2,62%, hidrolisis 1 jam adalah 4,19% dan 4,27% dengan %RPD 1,75%, dan hidrolisis 2 jam adalah 2,73% dan 2,71% dengan %RPD 0,57%. Kandungan lignin metode klason berbanding terbalik dengan waktu hidrolisis. Hal ini dikarenakan struktur lignin yang mengikat selulosa, di mana dalam keadaan asam akan mengalami proses kondensasi dan mengendap. Lignin memiliki gugus fungsi oksigen posisi benzenol yang sensitif terhadap media asam dan memiliki kecenderungan melakukan kondensasi (Sari, 2013). Berkurangnya kadar lignin pada batang pisang akan memaksimalkan kontak katalis dalam merubah selulosa menjadi glukosa.

4.7. Kadar Lignin Terlarut Asam

Pengujian lignin terlarut asam dilakukan dengan menggunakan sampel hasil penyaringan saat proses pengujian lignin klason. Metode yang dilakukan mengacu pada metode standar Tappi T250. Langkah pengujian diawali dengan filtrat sebagai sampel baik dari sampel tanpa hidrolisis, hidrolisis 1 jam, dan hidrolisis 2 jam masing-masing dikumpulkan dalam gelas beaker 500 mL, kemudian dimasukkan sejumlah larutan ke dalam kuvet untuk diuji menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 277,5 nm dengan menggunakan blanko asam sulfat (H_2SO_4) 72%. Prinsip analisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis yaitu penyerapan cahaya atau radiasi

elektromagnetik oleh suatu larutan yang nantinya akan menyebabkan cahaya diserap, dipantulkan, dan dipancarkan kemudian cahaya yang berupa polikromatis akan diubah menjadi monokromatis karena adanya proses dispersi atau penguraian. Analit dalam sampel nantinya akan menyerap cahaya berdasarkan panjang gelombangnya. Cahaya tersebut nantinya akan ditransmisikan ke detektor untuk dikonversikan sinyalnya menjadi absorbansi.

Hasil pengujian kadar lignin terlarut asam disajikan pada Tabel 4.13., Tabel 4.14., Tabel 4.15., dan Tabel 4.16. Jenis spektrofotometer UV-Vis yang digunakan untuk mengukur kadar lignin terlarut asam adalah spektrofotometer UV-Vis *double beam* karena instrumen ini memiliki dua sinar, yaitu *reference beam* atau sinar yang melewati blanko, dan *sample beam* yaitu sinar yang melewati larutan sampel. Hal ini membuat pengukuran dapat dilakukan lebih cepat karena nilai absorbansi larutannya telah mengalami pengurangan nilai absorbansi blanko dikarenakan blanko dapat langsung diukur di waktu yang sama dengan larutan sampel.

Tabel 4. 13. Kadar lignin terlarut asam tanpa hidrolisis dan sebelum pengenceran

Sampel	Pengulangan	Absorbansi				C	Kadar lignin (%)
		1	2	3	Rata-rata		
Simplo	1	1,935	1,937	1,937	1,936	0,0194	0,04
	2	1,933	1,934	1,934	1,934		
	3	1,930	1,930	1,929	1,930		
	4	1,947	1,949	1,948	1,948		
	5	1,942	1,942	1,941	1,942		
Duplo	1	2,280	2,278	2,278	2,279	0,023	0,04
	2	2,332	2,333	2,331	2,332		
	3	2,324	2,325	2,326	2,325		
	4	2,318	2,319	2,318	2,318		
	5	2,304	2,304	2,304	2,304		

Tabel 4. 14. Hasil analisis kadar lignin terlarut asam tanpa hidrolisis dan setelah pengenceran 25x

Sampel	Pengulangan	Absorbansi				C	Kadar lignin (%)
		1	2	3	Rata-rata		
Simplo	1	0,058	0,058	0,058	0,058	0,0148	0,03
	2	0,057	0,058	0,058	0,058		
	3	0,058	0,058	0,058	0,058		
	4	0,055	0,055	0,056	0,055		
	5	0,057	0,057	0,057	0,057		
Duplo	1	0,064	0,063	0,063	0,063	0,016	0,03
	2	0,063	0,063	0,063	0,063		
	3	0,064	0,064	0,064	0,064		
	4	0,060	0,060	0,060	0,060		
	5	0,060	0,060	0,060	0,060		

Tabel 4. 15. Hasil analisis kadar lignin terlarut asam hidrolisis 1 jam

Sampel	Pengulangan	Absorbansi				C	Kadar lignin (%)
		1	2	3	Rata-rata		
Simplo	1	0,257	0,257	0,257	0,257	0,0026	0,01
	2	0,255	0,253	0,255	0,254		
	3	0,257	0,257	0,257	0,257		
	4	0,258	0,258	0,257	0,258		
	5	0,255	0,255	0,255	0,255		
Duplo	1	0,277	0,277	0,277	0,277	0,003	0,01
	2	0,276	0,276	0,276	0,276		
	3	0,277	0,277	0,277	0,277		
	4	0,277	0,276	0,276	0,276		
	5	0,279	0,279	0,279	0,279		

Tabel 4. 16. Hasil analisis kadar lignin terlarut asam hidrolisis 2 jam

Sampel	Pengulangan	Absorbansi				C	Kadar lignin (%)
		1	2	3	Rata-rata		
Simplo	1	0,152	0,152	0,153	0,152	0,0015	0,004
	2	0,156	0,156	0,156	0,156		
	3	0,151	0,151	0,151	0,151		
	4	0,155	0,156	0,156	0,156		
	5	0,154	0,154	0,154	0,154		
Duplo	1	0,171	0,171	0,171	0,171	0,0017	0,004
	2	0,176	0,176	0,176	0,176		
	3	0,170	0,170	0,170	0,170		
	4	0,176	0,177	0,177	0,177		
	5	0,173	0,173	0,173	0,173		

Lignin terlarut asam merupakan bagian dari kadar lignin yang berkorelasi dengan reaktifitas lignin karena pembentukan fragmen lignin terlarut asam berkaitan erat dengan jenis dan kelimpahan monomer penyusun lignin (Akiyama dkk, 2005). Lignin terlarut asam adalah fraksi lignin yang terlarut dalam larutan asam saat penentuan lignin klason. Konsentrasi lignin terlarut asam dihitung dengan menggunakan rumus pada Persamaan 3.8. yaitu perhitungan konsentrasi dengan membagi nilai absorbansi dibagi 100, dibagi dengan faktor pengenceran, kemudian dihitung kadarnya dengan rumus pada Persamaan 3.9 dengan mengkalikan konsentrasi lignin terlarut asam yang didapat dengan volume total filtrat, lalu dibagi dengan 1000 yang dikalikan dengan berat kering, hasilnya dikali dengan 100%. Kadar lignin terlarut asam berbanding terbalik dengan waktu hidrolisis. Semakin lama waktu hidrolisis, maka semakin kecil kadar lignin terlarut asam. Lignin terlarut asam memiliki keterkaitan yang erat dengan rasio siringil/guaiasil penyusun lignin. Apabila nilai lignin terlarut asam yang tinggi diperoleh dari lignin kayu yang memiliki proporsi siringil terhadap guaiasil lignin yang tinggi pula. Hasil yang didapat untuk sampel tanpa hidrolisis didapat hasil kadar lignin sebelum pengenceran dan setelah pengenceran 25 kali baik simplo dan duplo masing-masing adalah 0,04% dan 0,03%. Sedangkan untuk kadar lignin

hidrolisis 1 jam dan 2 jam baik simplo dan duplo secara berurutan adalah 0,1% dan 0,004%.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Nilai untuk sampel tanpa hidrolisis, hidrolisis 1 jam, dan hidrolisis 2 jam secara berurut didapat kadar air sebesar 87,20%; 88,69%; dan 90,66% dengan %RSD sebesar 0,58%; 0,59%; dan 0,24%. Kadar abu didapat 3,70%; 3,61%; dan 3,57% dengan %RSD sebesar 1,22%; 0,54%; dan 0,80%.
2. Nilai komponen kimia untuk sampel tanpa hidrolisis, hidrolisis 1 jam, dan hidrolisis 2 jam secara berurut didapat zat ekstraktif didapat 8,58%; 8,61%; dan 8,88%. Kadar α -selulosa didapat 72,02%; 71,81%; dan 71,55%. Kadar γ -selulosa didapat 19,07%; 18,83%; dan 18,62%. Kadar β -selulosa didapat 8,91%; 9,36%; dan 9,83%. Kadar lignin metode klason didapat 11,69%; 4,23%; 2,72% dengan %RPD sebesar 2,62%; 1,75%; dan 0,57%. Kadar lignin terlarut asam didapat 0,03%, 0,01%, dan 0,004%.
3. Hasil yang diperoleh pada setiap parameter memiliki variasi yang signifikan, baik pada pengujian kadar air, kadar abu, dan komponen kimia lignoselulosa yang menghasilkan kadar yang berbeda-beda.

5.2. Saran

1. Waktu pengukuran kadar abu dilakukan minimal semalaman untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Proses penyaringan direkomendasikan menggunakan kertas saring Whatman no. 31
3. Pengujian dilakukan dengan variasi waktu hidrolisis yang lebih banyak sehingga perbedaan hasilnya dapat lebih terlihat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, E., & Pant, K. K. (2018). Lignin conversion: A key to the concept of lignocellulosic biomass-based integrated biorefinery. In *Waste Biorefinery: Potential and Perspectives*. Elsevier B.V.
- Akiyama, K., Matsuzaki, K. I., & Hayashi, H. (2005). Plant sesquiterpenes induce hyphal branching in arbuscular mycorrhizal fungi. *Nature*, *435*(7043), 824–827.
- AOAC. (2005). *Official of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry*. Arlington: AOAC Inc.
- Astuti, D., Kawiji, K., & Nurhartadi, E. (2018). Kajian Sifat Fisik, Kimia, dan Sensoris Crackers Substitusi Tepung Sukun (*Artocarpus communis*) Termodifikasi Asam Asetat dengan Penambahan Sari Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, *11*(1), 1.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Produksi Tanaman dan Buah-Buahan Tahun 2017 2020*. Jakarta: BPS.
- Bahri, S. (2015). Pembuatan Pulp dari Batang Pisang. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* *4*(2): 36-50.
- Bajpai, P. (2018). Wood and Fiber Fundamentals. In *Biermann's Handbook of Pulp and Paper*.
- Benaimche, O., Seghir, N. T., Sadowski, Ł., & Mellas, M. (2020). The Utilization of Vegetable Fibers in Cementitious Materials. In *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials* (Issue 2013). Elsevier Ltd.
- Brunner, G. (2014). Processing of Biomass with Hydrothermal and Supercritical Water. In *Supercritical Fluid Science and Technology* (Vol. 5), 395–509.
- Cipcigan, F., Sokhan, V., Martyna, G., & Crain, J. (2018). Structure and hydrogen bonding at the limits of liquid water stability. *Scientific Reports*, *8*(1), 1–8.
- Dewi, I. A., Ihwah, A., Setyawan, H. Y., Ayuning, A., Kurniasari, N., Teknologi, J., Pertanian, I., Pertanian, F. T., & Brawijaya, U. (2015). Optimasi Proses Delignifikasi Pelepah Pisang Untuk Bahan Baku Pembuatan Kertas Seni. *Sebatik 1410-3737*, 447–454.
- Ega, L. (2002). Kajian Sifat Fisik dan Kimia Serta Pola Hidrolisis Pati Ubi Jalar Jenis Unggul Secara Enimatis dan Asam. *Tesis*. IPB: Bogor.
- Food and Agriculture Organization. (2021). *Commodity Markets of Bananas*. United States: FAO.
- Heinrich, M., Bonmlaender, B., Sievers, H., & Pischel, I., (2014). Hibiscus sabdariffa L.—a phytochemical and pharmacological review. *Food Chemistry*.
- Imam, M. Z., & Akter, S. (2011). Musa paradisiaca l. and musa sapientum l.: A phytochemical and pharmacological review. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, *1*(5), 14–20.

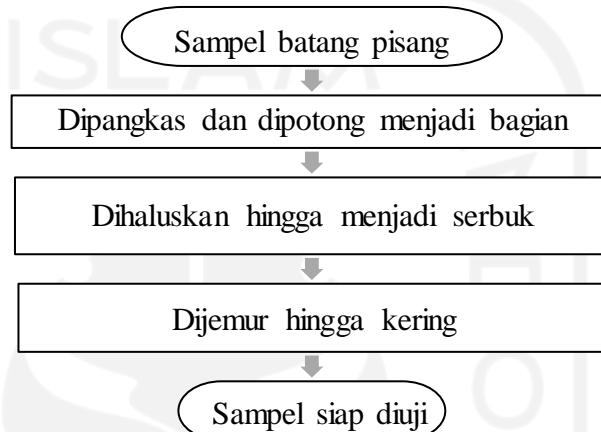
- Indriyati, W., Musfiroh, I., Kusmawanti, R., Sriwidodo, dan Aliya N. H. (2016). Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose Sodium (Na-CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) yang Tumbuh di Daerah Jatinangor dan Lembang. *IJPST*, 3, 99-110.
- Joksimovic, G., & Markovic, Z. (2007). Investigation of the Mechanism of Acidic Hydrolysis of Cellulose. *Acta Agriculturae Serbica*, XII, 51–57.
- Juwita, R., & Syarif, L. R. (2012). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Katalisator Asam terhadap Sintesis Furfural dari Sekam Padi. *Jurnal Konversi Vol.1 No.1*. 37
- Kögel-Knabner, I., & Amelung, W. (2013). Dynamics, Chemistry, and Preservation of Organic Matter in Soils. In *Treatise on Geochemistry: Second Edition* (Vol. 12).
- Lachenal, D., Mortha, G., Sevillano R. M., & Zaroubine, M. (2004). Isolation of Residual Lignin from Softwood Kraft Pulp. *Advantages of The Acetic Acid Acidolysis Method*, Comp. R. Biol. 327 (9–10), 911–916.
- Liu, K. (2019). Effects of Sample Size, Dry Ashing Temperature and Duration on Determination of Ash Content in Algae and Other Biomass. *Algal Research*, 40, 101486.
- Ma, J. (2015). Banana Pseudostem: properties nutritional composition and use as food. *Fulfillment of the Requirements for the Degree of Masters by Research, University of New South Wales, Australia, September*, 1–252.
- Mahmood, Z., Yameen, M., Jahangeer, M., Riaz, M., Ghaffar, A., & Javid, I. (2018). Lignin as Natural Antioxidant Capacity. *Lignin - Trends and Applications*.
- Masri, E., Dungani, R., Abdulwahab, F., Owolabi, Chaturbhuj, K., Saurabh, H. P. S., Abdul, K., Paridah, M., Tahir, C. I. C., Hazwan, M., Kamoldeen, A., Ajijolakewu, M. M., Rosamah., & Aditiawati. (2016) Preparation and Fundamental Characterization of Cellulose Nanocrystal from Banana Stem Fronds Biomass. *Journal of Polymers and the Environment*.
- Miller-Ihli, N. J. (1992). Chromium. *Techniques and Instrumentation in Analytical Chemistry*, 12(C), 373–404.
- Mišurcová, L., Škrovánková, S., Samek, D., Ambrožová, J., & Machů, L. (2012). Health Benefits of Algal Polysaccharides in Human Nutrition. In *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 66).
- Mleziva, M. M., & Wang, J. H. (2012). Paper. *Polymer Science: A Comprehensive Reference, 10 Volume Set, 10*, 397–410.
- Munoz, R. A. A., Almeida, E. S., & Angnes, L. (2013). Sample Preparation Techniques for the Electrochemical Determination of Metals in Environmental and Food Samples. In *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*. Elsevier Inc.
- Nikmatin, S., Risnasari, I., Febrianto, F., Wistara, N. J., Sadiyo, S., Studi, P., Fakultas, K., Universitas, P., Utara, S., & Medan, P. B. (2012). Morfologi Mikrofibril Selulosa dari Sludge Primer (Morphology of Microfibrillated Cellulose from Primary Sludge). *J. Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis Vol. 11 No. 2 January*, 177–183.

- Onda, A., Ochi, T., & Yanagisawa, K. (2008). Selective Hydrolysis of Cellulose into Glucose Over Solid Acid Catalyst. *Green Chem*, 10, 1033-1037.
- Pattiya, A. (2018). Fast pyrolysis. In *Direct Thermochemical Liquefaction for Energy Applications*. Elsevier Ltd.
- Prasetyo, T. F., Isdiana, A. F., & Sujadi, H. (2019). Implementasi Alat Pendeteksi Kadar Air pada Bahan Pangan Berbasis Internet Of Things. *SMARTICS Journal*, 5(2), 81–96.
- Peng, F., Peng, P., Xu, F., & Sun, R. C. (2012). Fractional purification and bioconversion of hemicelluloses. *Biotechnology Advances*, 30(4), 879–903.
- PP-Kimia LIPI. (2011). *Karakterisasi Lanjut Kadar Abu dengan Metode Gravimetri*. Bandung: Pusat Penelitian Kimia LIPI
- Rodríguez-Olalde, N. E., Mendoza-Chávez, E. A., Castro-Montoya, A. J., Saucedo-Luna, J., Maya-Yescas, R., Rutiaga-Quiñones, J. G., & Ponce Ortega, J. M. (2015). Simulation of syngas production from lignin using guaiacol as a model compound. *Energies*, 8(7).
- Rukmana. (2001). *Aneka Olahan Limbah Tanaman Pisang, Jambu Mete, Rosella*. Yogyakarta : Kanisus.
- Rusmono, Momon, Afnidar, H. (1981). Kimia Bahan Makanan. *Modul Air*, 9(1), 1–54.
- Saleh, A., Pakpahan, M. M. D., & Angelina, N. (2009). Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur, dan Waktu Pemasakan Pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda. *Jurnal Teknik Kimia*. 16(3): 35-44.
- Setiati, R, Deana, W., Septorato, S., & Taufan, M. (2016). Optimasi Pemisahan Lignin Ampas Tebu Dengan Menggunakan Natrium Hidroksida. *Ethos (Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat)*. Vol 4, No. 2: 257-264.
- Simatupang, H., Andi, N., & Netti, H. (2012). Studi isolasi dan Rendemen Lignin dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol 1, No 1: 20-24.
- Singhania, R. R., Patel, A. K., Sukumaran, R. K., Larroche, C., & Pandey, A. (2013). Role and significance of beta-glucosidases in the hydrolysis of cellulose for bioethanol production. *Bioresource Technology*, 127, 500–507.
- Solichatun, S., Anggarwulan, E., & Mudyantini, W. (2005). The effect of water availability on growth and saponin content of *Talinum paniculatum* Gaertn. *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry*, 3(2), 47–51.
- Speight, J. G. (2017). Industrial Organic Chemistry. In *Environmental Organic Chemistry for Engineers*.
- Speight, J. G. (2018). *Hidrólisis. Mecanismos de reacción en ingeniería ambiental*. 203–229.
- Subagyo, A., & Chafidz, A. (2018). Banana Pseudo-Stem Fiber: Preparation , Characteristics, and Applications. *Banana Nutrition - Function and Processing Kinetics*, 1–19.
- Sulfiani, S., Karim, A., & Natsir, H. (2019). Utilization Soft Stem of Kepok Banana Waste (*Musa paradisiaca formatypica*) as A Basic Material for

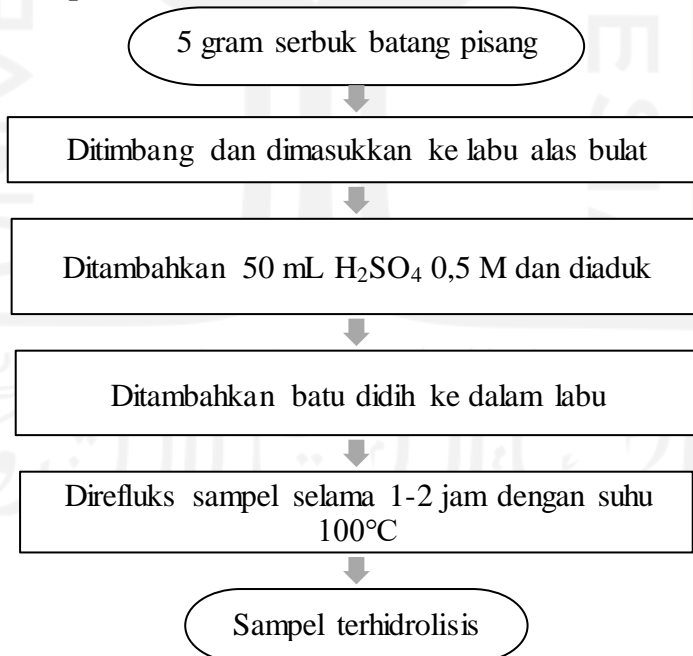
- Making Bioetanol With Acid Hydrolysis Method and Fermentation. *Jurnal Akta Kimia Indonesia (Indonesia Chimica)*.
- Sunarjono, H. (2003). *Bertanam 30 Jenis Sayur*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sunartaty, R., & Yulia, R. (2017). Pembuatan Abu Dan Karakteristik Kadar Air dan Kadar Abu Dari Abu Pelepah Kelapa. *Eksplorasi Kekayaan Maritim Aceh Di Era Globalisasi Dalam Mewujudkan Indonesia Sebagai Poros Maritim Dunia, 1*, 560–562.
- Syukriah, F., & Pranggarani, L. (2016). Implementasi Teknologi Augmented Reality Pada Pembuatan Organologi Tumbuhan. *Jurnal Ilmiah FIFO, 8*(1), 23.
- Tarvainen, V., Ranta-Maunus, A., Hanhjarvi, A., & Forsen, H. (2006). The Effect of Drying and Storage Conditions on Case Hardening of Scots Pine and Norway Spruce Timber. *Maderas Ciencia y Tecnologia, 8*(1): 3–14
- Tondra, R. (2011). *Ekstraksi dengan Sokletasi Biji Pala*. Jakarta: Chemistry Education
- Venkateshwaran, N., & Elayaperumal, A. (2010). Banana fiber reinforced polymer composites - A review. *Journal of Reinforced Plastics and Composites, 29*(15), 2387–2396.

LAMPIRAN 1
SKEMA KERJA

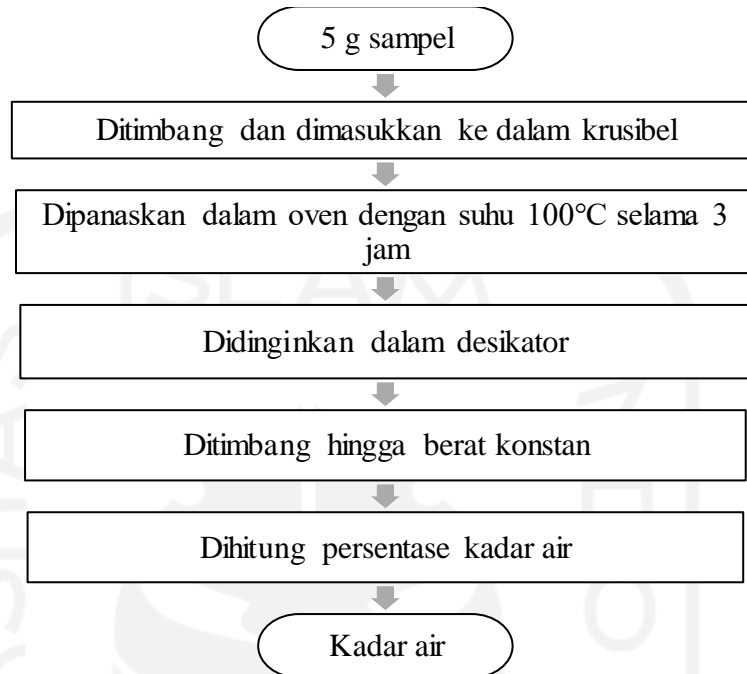
1.1. Preparasi sampel



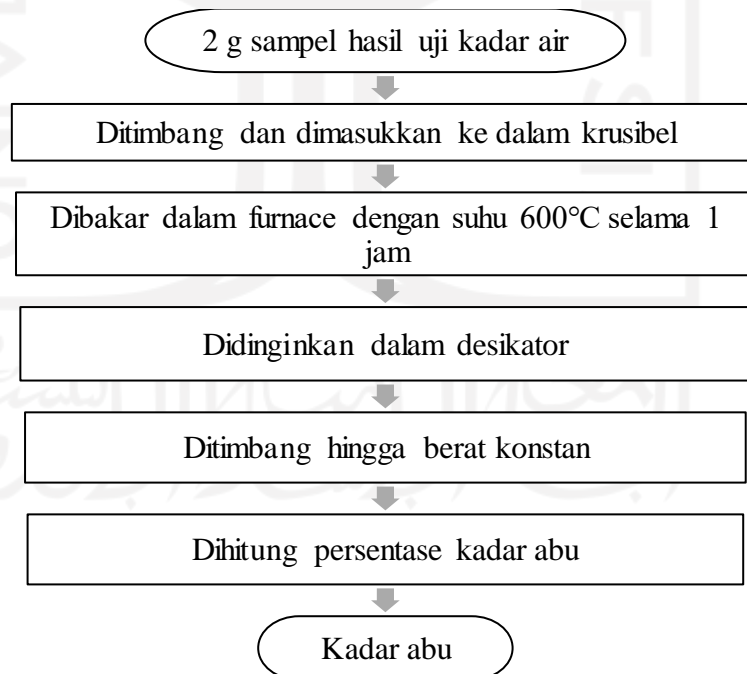
1.2. Hidrolisis sampel



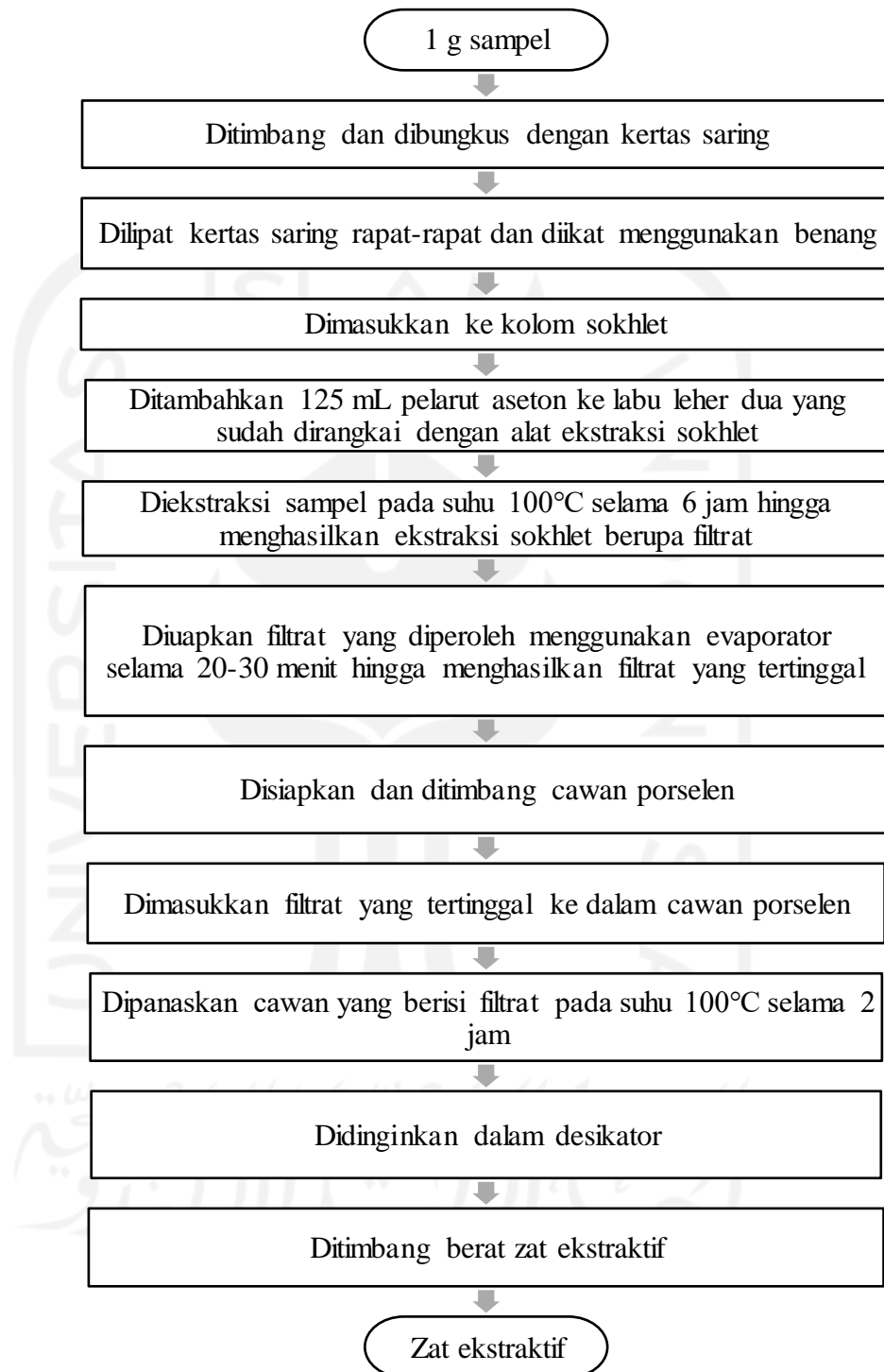
1.3. Kadar air



1.4. Kadar abu



1.5. Zat ekstraktif



1.6. Kadar lignin secara gravimetri

1 g sampel

Ditimbang dan dimasukkan ke dalam gelas beaker 50 mL

Ditambah H_2SO_4 72% dengan suhu 20°C sebanyak 15 mL

Dilakukan pengadukan selama 2-3 menit pada saat penambahan

Ditutup gelas beaker dengan kaca arloji ketika larutan sudah terdispersi sempurna

Didiamkan larutan dalam bak perendam selama 2 jam dengan dilakukan pengadukan sesekali

Ditambahkan 200 mL akuades ke erlenmeyer 1000 mL dan dipindahkan sampel

Ditambahkan 575 mL akuades sehingga konsentrasi asam sulfat menjadi 3%

Dilakukan refluks selama 4 jam pada suhu 100°C

Didinginkan dan didiamkan hingga endapan lignin mengendap sempurna

Didekantasikan larutan dan dipindahkan endapan ke corong gelas dengan dilapisi kertas yang telah diketahui beratnya

Dicuci endapan sampai bebas asam dengan air panas hingga pH 7

Dikeringkan kertas saring berisi endapan lignin di oven bersuhu 105°C selama 1-2 jam

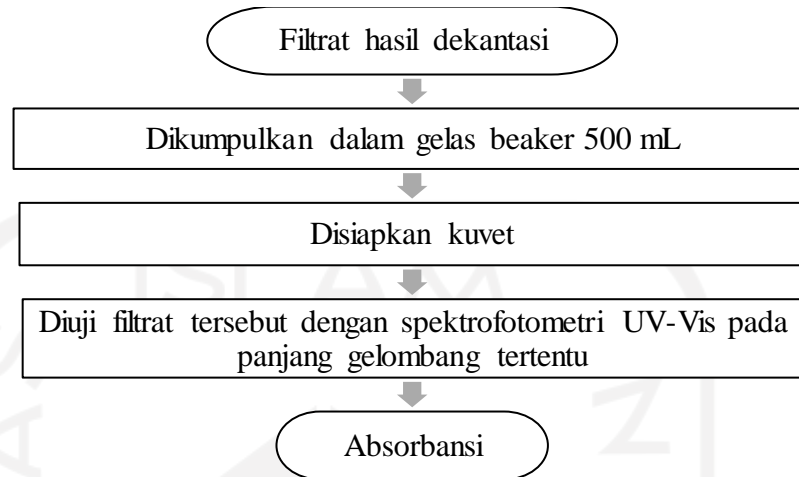
Didinginkan dalam desikator

Ditimbang sampai berat konstan

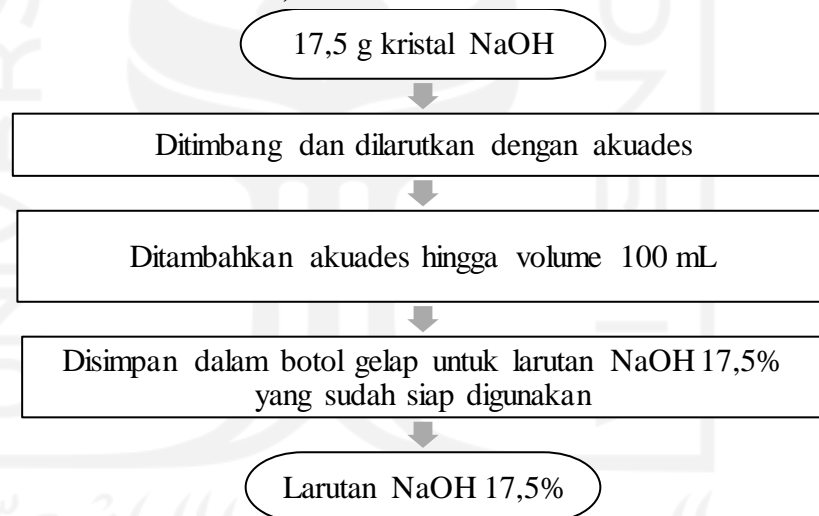
Dilakukan pengerjaan tersebut sebanyak dua kali penetapan (duplo)

Kadar lignin

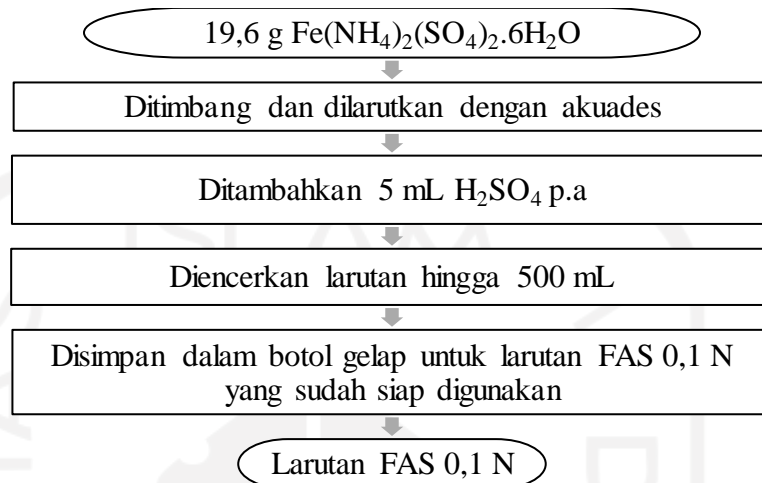
1.7. Kadar lignin secara spektrofotometri UV-Vis



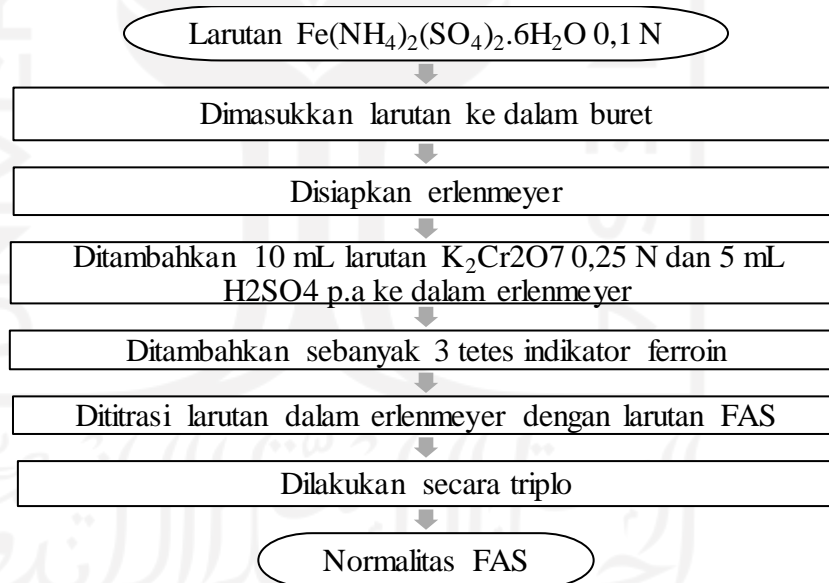
1.8. Pembuatan larutan NaOH 17,5%



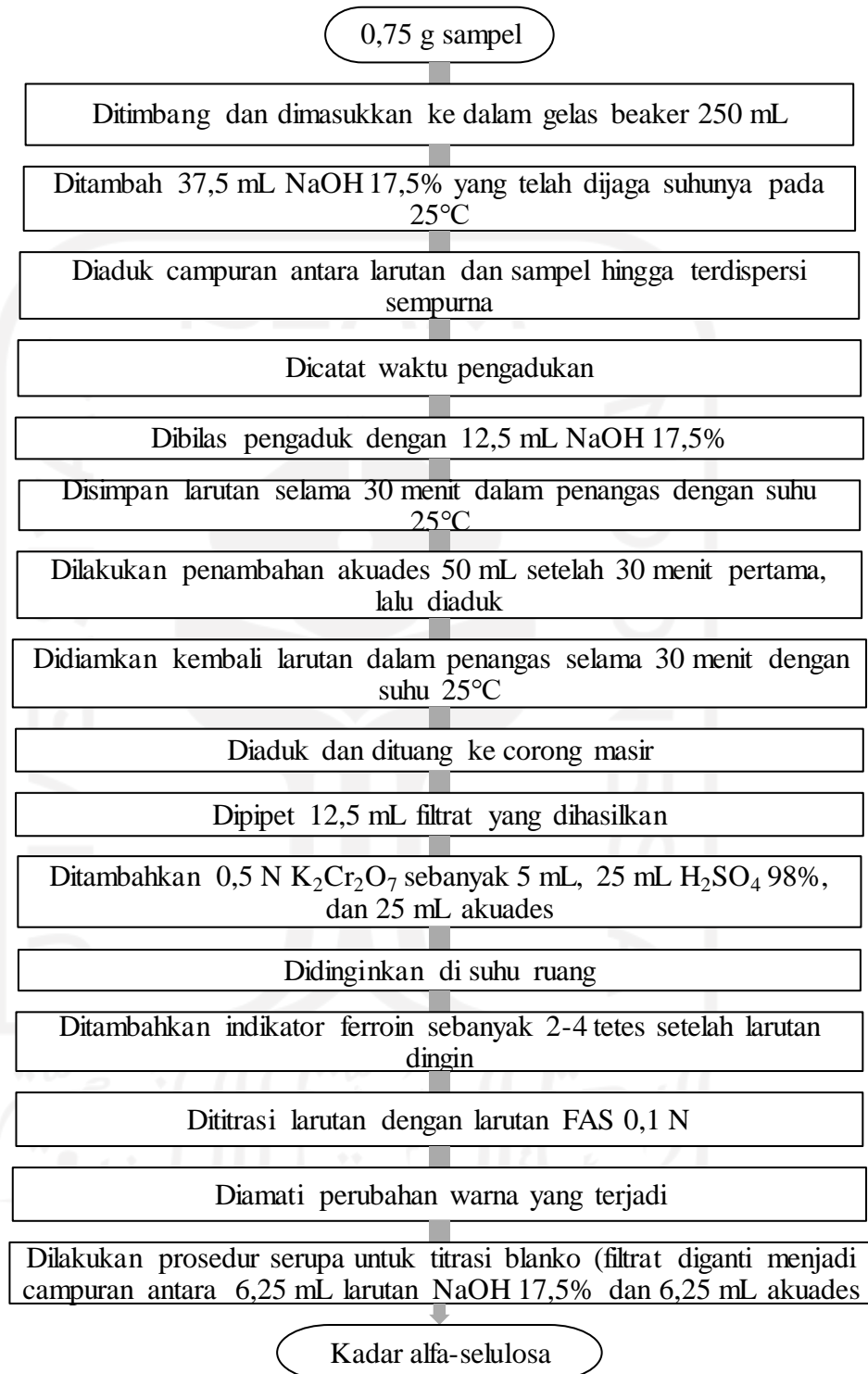
1.9. Pembuatan larutan FAS 0,1 N



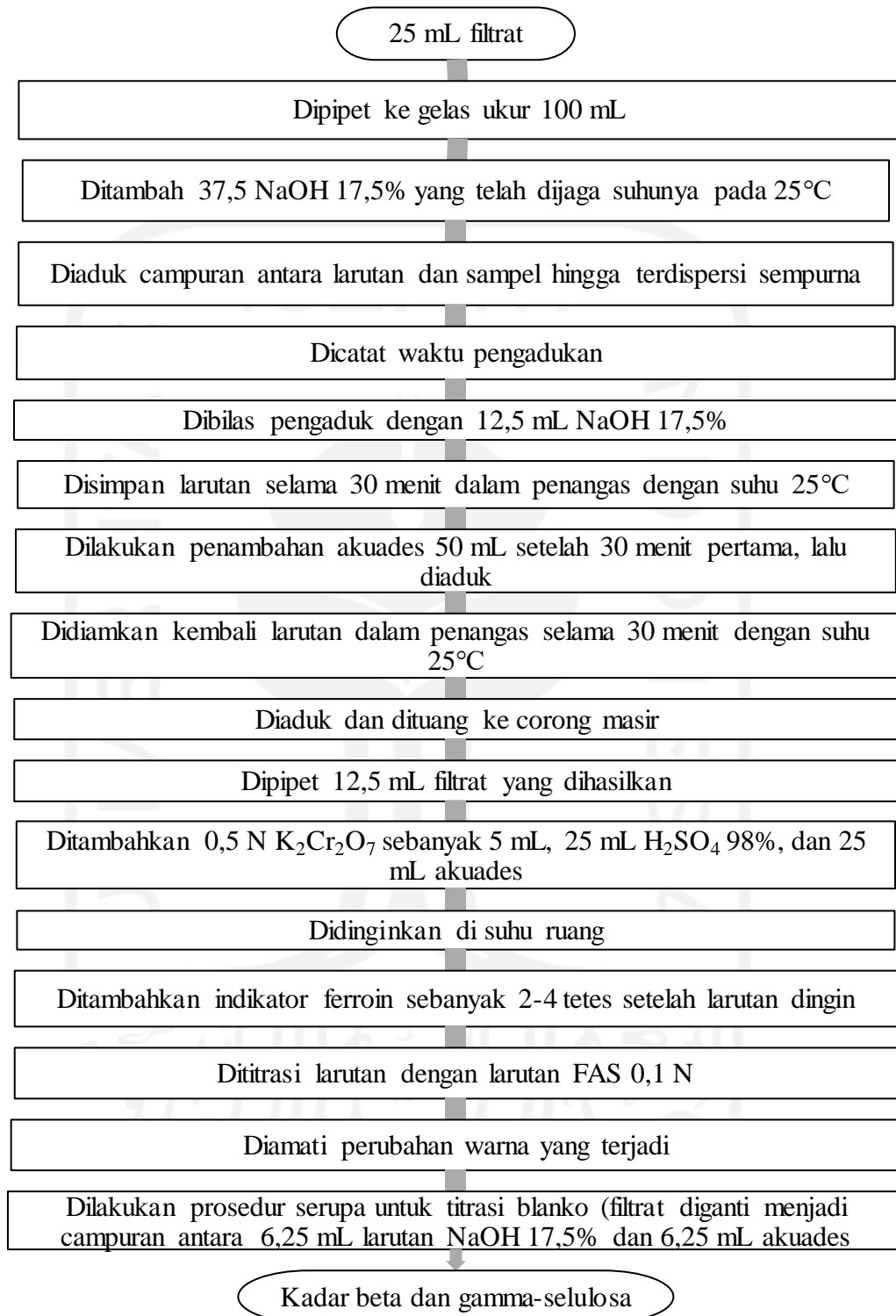
1.10. Standarisasi larutan FAS 0,1 N



1.11. Kadar alfa-selulosa



1.12. Kadar beta dan gama-selulosa



1.13. Kadar lignin metode klason

1 σ sampel

Ditimbang dan dimasukkan ke dalam gelas beaker 50 mL

Ditambah H_2SO_4 72% dengan suhu 20°C sebanyak 15 mL

Dilakukan pengadukan selama 2-3 menit pada saat

Ditutup gelas beaker dengan kaca arloji ketika larutan sudah terdispersi sempurna

Didiamkan larutan dalam bak perendam selama 2 jam dengan dilakukan pengadukan sesekali

Ditambahkan 200 mL akuades ke erlenmeyer 1000 mL dan dipindahkan sampel

Ditambahkan 575 mL akuades sehingga konsentrasi asam sulfat menjadi 3%

Dilakukan refluks selama 4 jam pada suhu 100°C

Didinginkan dan didiamkan hingga endapan lignin mengendap sempurna

Didekantasikan larutan dan dipindahkan endapan ke corong gelas dengan dilapisi kertas yang telah diketahui

Dicuci endapan sampai bebas asam dengan air panas hingga pH 7

Dikeringkan kertas saring berisi endapan lignin di oven bersuhu 105°C selama 1-2 jam

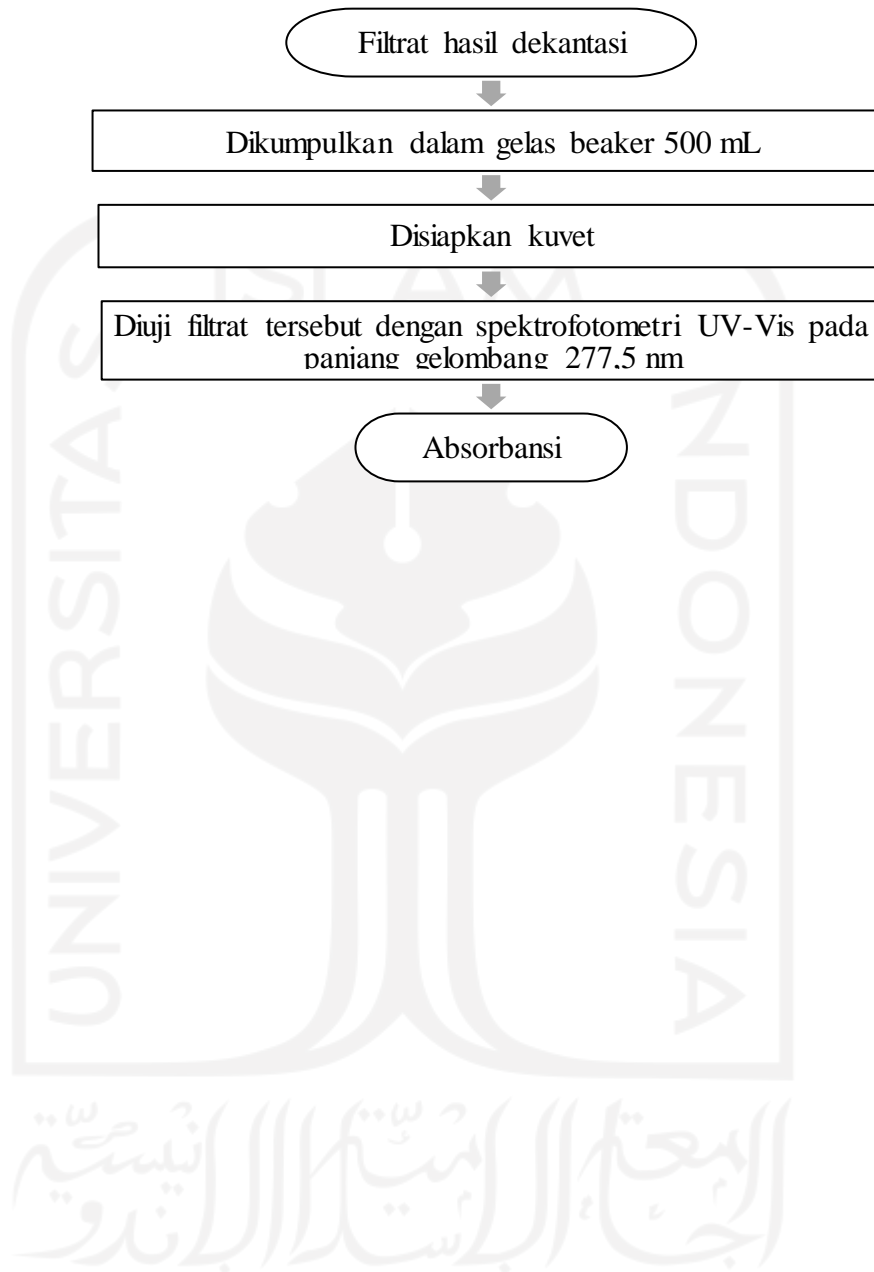
Didinginkan dalam desikator

Ditimbang sampai berat konstan

Dilakukan pengerjaan tersebut sebanyak dua kali

Kadar lignin

1.14. Kadar lignin terlarut asam



LAMPIRAN 2
HASIL ANALISIS

2.1. Hasil Analisis Kadar Air

Tabel 2.1.1. Hasil analisis kadar air tanpa hidrolisis

Sampel	Berat cawan (g)	Berat contoh (g)	Berat cawan+contoh (g)	Berat cawan + contoh setelah pemanasan (g)	Kadar air (%)	Rerata kadar air (%)
1	52,2458	2,0002	54,2460	52,4926	87,66	87,34
	51,4528	2,0002	53,4530	51,7123	87,03	
2	51,9542	2,0003	53,9545	52,1964	87,89	87,81
	51,6523	2,0003	53,6526	51,8977	87,73	
3	53,3448	2,0000	55,3448	53,6148	86,50	86,61
	53,5534	2,0000	55,5534	53,8191	86,72	
4	55,1167	2,0002	57,1169	55,3776	86,96	87,04
	52,6512	2,0002	54,6514	52,9089	87,12	
Rata-rata tanpa hidrolisis (%)						87,20
RSD (%)						0,58

Tabel 2.1.2 Hasil analisis kadar air hidrolisis 1 jam

Sampel	Berat cawan (g)	Berat contoh (g)	Berat cawan+contoh (g)	Berat cawan + contoh setelah pemanasan (g)	Kadar air (%)	Rerata kadar air (%)
1	54,0571	1,0001	55,0572	54,1636	89,35	89,34
	54,1016	1,0002	55,1018	54,2084	89,32	
2	65,9497	1,0002	66,9499	66,0569	89,28	88,07
	55,5398	1,0001	56,5399	55,6713	86,85	
3	52,728	1,0000	53,7280	52,8301	89,79	88,71
	61,5537	1,0003	62,554	61,6774	87,63	
4	52,2019	1,0001	53,2020	52,3024	89,95	88,66
	52,0463	1,0001	53,0464	52,1726	87,37	
Rata-rata hidrolisis 1 jam (%)						88,69
RSD (%)						0,59

Tabel 2.1.3 Hasil analisis kadar air hidrolisis 2 jam

Sampel	Berat cawan (g)	Berat contoh (g)	Berat cawan+contoh (g)	Berat cawan + contoh setelah pemanasan (g)	Kadar air (%)	Rerata kadar air (%)
1	52,4002	2,0002	54,3692	52,5689	91,43	90,86
	53,5255	2,0000	55,5255	53,7198	90,29	
2	51,2663	2,0000	53,2663	51,4436	91,13	90,40
	51,1144	2,0000	53,1144	51,3211	89,67	
3	51,9617	2,0004	53,9421	52,1549	90,24	90,83
	53,0461	2,0000	55,0461	53,2177	91,42	
4	54,8038	2,0001	56,8039	54,9908	90,65	90,57
	53,6533	2,0001	55,6534	53,8436	90,49	
Rata-rata hidrolisis 2 jam (%)						90,66
RSD (%)						0,24

2.2. Hasil Analisis Kadar Abu

Tabel 2.2.1 Hasil analisis kadar abu tanpa hidrolisis

Sampel	Berat krusibel (g)	Berat contoh (g)	Berat krusibel+ contoh (g)	Berat krusibel + contoh setelah pengabuan (g)	Kadar abu (%)	Rerata kadar abu (%)
A	20,1017	0,5003	20,6020	20,1203	3,72	3,69
	20,2422	0,5004	20,7426	20,2605	3,66	
B	19,9835	0,5003	20,4838	20,0014	3,58	3,67
	21,5833	0,5001	22,0834	21,6021	3,76	
C	21,0624	0,5003	21,5627	21,0810	3,72	3,77
	20,5251	0,5004	21,0255	20,5442	3,82	
D	22,5042	0,5003	23,0045	22,5227	3,70	3,68
	21,9761	0,5001	22,4762	21,9944	3,66	
Rata-rata tanpa hidrolisis (%)						3,70
RSD (%)						1,22

Tabel 2.2.2. Hasil analisis kadar abu hidrolisis 1 jam

Sampel	Berat krusibel (g)	Berat contoh (g)	Berat krusibel+ contoh (g)	Berat krusibel+ contoh setelah pengabuan (g)	Kadar abu (%)	Rerata kadar abu (%)
A	20,7756	0,5000	21,2756	20,7938	3,64	3,63
	22,499	0,5001	22,9991	22,5171	3,62	
B	20,2162	0,5000	20,7162	20,2342	3,60	3,61
	21,0624	0,5001	21,5625	21,0805	3,62	
C	19,1646	0,5002	19,6648	19,1827	3,62	3,59
	21,0215	0,5003	21,5218	21,0393	3,56	
D	22,9238	0,5002	23,4240	22,9418	3,60	3,63
	20,1034	0,5001	20,6035	20,1217	3,66	
Rata-rata hidrolisis 1 jam (%)						3,61
RSD (%)						0,54

Tabel 2.2.3. Hasil analisis kadar abu hidrolisis 2 jam

Sampe l	Berat krusibel (g)	Berat contoh (g)	Berat krusibel+ contoh (g)	Berat krusibel+ contoh setelah pengabuan (g)	Kadar abu (%)	Rerata kadar abu (%)
A	19,5295	0,5000	20,0295	19,5474	3,58	3,58
	19,4464	0,5000	19,9464	19,4643	3,58	
B	21,7138	0,5002	22,2140	21,7317	3,58	3,59
	22,7845	0,5000	23,2845	22,8025	3,60	
C	22,1768	0,5001	22,6769	22,1946	3,56	3,59
	20,5918	0,5000	21,0918	20,6099	3,62	
D	20,6847	0,5001	21,1848	20,7029	3,64	3,53
	22,6524	0,5000	23,1524	22,6695	3,42	
Rata-rata hidrolisis 2 jam (%)						3,57
RSD (%)						0,80

2.3. Hasil Analisis Zat Ekstraktif

Tabel 2.3. Hasil analisis zat ekstraktif

Sampel	Berat contoh (g)	Berat cawan+ contoh (g)	Berat cawan+ contoh setelah pemanasan (g)	Berat contoh setelah pemanasan (g)	Zat Ekstraktif (%)
Tanpa hidrolisis	0,1469	51,8204	51,8078	0,1343	8,58
Hidrolisis 1 jam	0,4181	53,4837	53,4477	0,3821	8,61
Hidrolisis 2 jam	1,3125	52,3182	52,2017	1,1960	8,88

2.4. Hasil Analisis Selulosa

2.4.1. Standarisasi FAS 0,1 N

Tabel 2.4.1. Hasil analisis standarisasi larutan FAS 0,1 N

No	V $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N (mL)	V titrasi (mL)	V titrasi rata-rata (mL)	Perubahan warna	Normalitas FAS 0,1 N (N)
1	10	24,51		Biru kehijauan menjadi merah kecoklatan	
2	10	24,54	24,52	Biru kehijauan menjadi merah kecoklatan	0,1019
3	10	24,52		Biru kehijauan menjadi merah kecoklatan	

2.4.2. Alfa-selulosa

Tabel 2.4.2. Hasil analisis kadar alfa-selulosa

Sampel	V titrasi 1 (mL)	V titrasi 2 (mL)	Perubahan warna	Kadar α -selulosa (%)
Blanko	19,41	19,83	-	
Tanpa hidrolisis	0,84	0,84	Coklat menjadi ungu	72,02
Hidrolisis 1 jam	0,69	0,71	Coklat menjadi ungu	71,81
Hidrolisis 2 jam	0,51	0,53	Coklat menjadi ungu	71,55

2.4.3. Gamma-selulosa

Tabel 2.4.3. Hasil analisis kadar gamma-selulosa

Sampel	V titrasi 1 (mL)	V titrasi 2 (mL)	Perubahan warna	Kadar γ -selulosa (%)
Blanko	10,11	10,15	-	
Tanpa hidrolisis	35,73	35,75	Coklat menjadi ungu	19,07
Hidrolisis 1 jam	35,41	35,43	Coklat menjadi ungu	18,83
Hidrolisis 2 jam	35,13	35,15	Coklat menjadi ungu	18,62

2.4.4. Beta-selulosa

Tabel 2.4.5. Hasil analisis kadar beta-selulosa

Sampel	Kadar alfa-selulosa (%)	Kadar gamma-selulosa (%)	Kadar beta-selulosa (%)
Tanpa hidrolisis	72,02	19,07	8,91
Hidrolisis 1 jam	71,81	18,83	9,36
Hidrolisis 2 jam	71,55	18,62	9,83

2.5. Hasil Analisis Lignin

2.5.1. Lignin metode klason

Tabel 2.5.1. Hasil analisis kadar lignin metode klason tanpa hidrolisis

Keterangan	Simplo	Duplo
Massa sampel (g)	0,8145	0,8145
pH filtrat awal	0,64	0,64
pH filtrat akhir	7,03	7,15
Massa cawan kosong (g)	51,0065	51,7130
Massa cawan+sampel (g)	51,8210	52,5275
Massa cawan+sampel setelah oven (g)	51,1005	51,8095
Massa sampel setelah oven (g)	0,0940	0,0965
Kadar lignin (%)	11,54	11,85
Rata-rata kadar lignin (%)		11,69
RPD (%)		2,62

Tabel 2.5.2. Hasil analisis kadar lignin metode klason hidrolisis 1 jam

Keterangan	Simplo	Duplo
Massa sampel (g)	0,5414	0,5414
pH filtrat awal	0,61	0,63
pH filtrat akhir	7,02	7,04
Massa cawan kosong (g)	53,0941	51,0048
Massa cawan+sampel (g)	53,6355	51,5462
Massa cawan+sampel setelah oven (g)	53,1168	51,0279
Massa sampel setelah oven (g)	0,0227	0,0231
Kadar lignin (%)	4,19	4,27
Rata-rata kadar lignin (%)		4,23
RPD (%)		1,75

Tabel 2.5.3. Hasil analisis kadar lignin metode klason hidrolisis 2 jam

Keterangan	Simplo	Duplo
Massa sampel (g)	0,6450	0,6450
pH filtrat awal	0,60	0,67
pH filtrat akhir	7,00	7,02
Massa cawan kosong (g)	51,6762	53,0678
Massa cawan+sampel (g)	52,3212	53,7128
Massa cawan+sampel setelah oven (g)	51,6938	53,0853
Massa sampel setelah oven (g)	0,0176	0,0175
Kadar lignin (%)	2,73	2,71
Rata-rata kadar lignin (%)	2,72	
RPD (%)	0,57	

2.5.2. Lignin terlarut asam

Tabel 2.5.4. Hasil analisis kadar lignin terlarut asam tanpa hidrolisis dan sebelum pengenceran ($\lambda = 277,5$ nm)

Sampel	Pengulangan	Absorbansi				Rata-rata	C	Kadar lignin (%)
		1	2	3				
Simplo	1	1,935	1,937	1,937	1,936	0,0194	0,04	
	2	1,933	1,934	1,934	1,934			
	3	1,930	1,930	1,929	1,930			
	4	1,947	1,949	1,948	1,948			
	5	1,942	1,942	1,941	1,942			
Duplo	1	2,280	2,278	2,278	2,279	0,023	0,04	
	2	2,332	2,333	2,331	2,332			
	3	2,324	2,325	2,326	2,325			
	4	2,318	2,319	2,318	2,318			
	5	2,304	2,304	2,304	2,304			

Tabel 2.5.5. Hasil analisis kadar lignin terlarut asam tanpa hidrolisis dan setelah pengenceran 25x ($\lambda = 277,5$ nm)

Sampel	Pengulangan	Absorbansi				C	Kadar lignin (%)
		1	2	3	Rata-rata		
Simplo	1	0,058	0,058	0,058	0,058	0,0148	0,03
	2	0,057	0,058	0,058	0,058		
	3	0,058	0,058	0,058	0,058		
	4	0,055	0,055	0,056	0,055		
	5	0,057	0,057	0,057	0,057		
Duplo	1	0,064	0,063	0,063	0,063	0,016	0,03
	2	0,063	0,063	0,063	0,063		
	3	0,064	0,064	0,064	0,064		
	4	0,060	0,060	0,060	0,060		
	5	0,060	0,060	0,060	0,060		

Tabel 2.5.6. Hasil analisis kadar lignin terlarut asam hidrolisis 1 jam ($\lambda = 277,5$ nm)

Sampel	Pengulangan	Absorbansi				C	Kadar lignin (%)
		1	2	3	Rata-rata		
Simplo	1	0,257	0,257	0,257	0,257	0,0026	0,01
	2	0,255	0,253	0,255	0,254		
	3	0,257	0,257	0,257	0,257		
	4	0,258	0,258	0,257	0,258		
	5	0,255	0,255	0,255	0,255		
Duplo	1	0,277	0,277	0,277	0,277	0,003	0,01
	2	0,276	0,276	0,276	0,276		
	3	0,277	0,277	0,277	0,277		
	4	0,277	0,276	0,276	0,276		
	5	0,279	0,279	0,279	0,279		

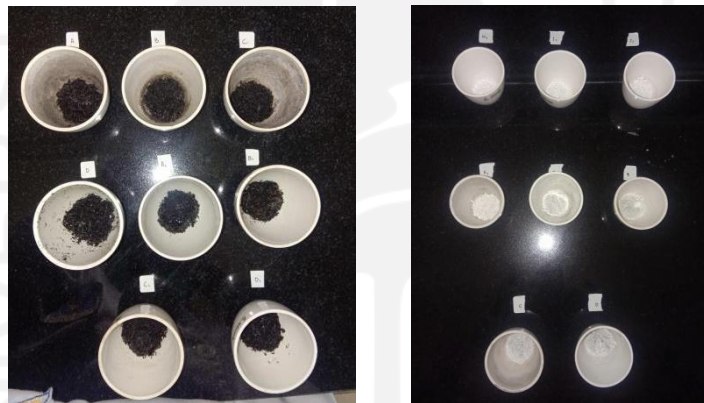
Tabel 2.5.6. Hasil analisis kadar lignin terlarut asam hidrolisis 2 jam ($\lambda = 277,5$ nm)

Sampel	Pengulangan	Absorbansi				C	Kadar lignin (%)
		1	2	3	Rata-rata		
Simplo	1	0,152	0,152	0,153	0,152	0,0015	0,004
	2	0,156	0,156	0,156	0,156		
	3	0,151	0,151	0,151	0,151		
	4	0,155	0,156	0,156	0,156		
	5	0,154	0,154	0,154	0,154		
Duplo	1	0,171	0,171	0,171	0,171	0,0017	0,004
	2	0,176	0,176	0,176	0,176		
	3	0,170	0,170	0,170	0,170		
	4	0,176	0,177	0,177	0,177		
	5	0,173	0,173	0,173	0,173		

LAMPIRAN 3
DOKUMENTASI



Gambar 3.1. Sampel tanpa hidrolisis, hidrolisis 1 jam, dan hidrolisis 2 jam



Gambar 3.2. Uji kadar abu



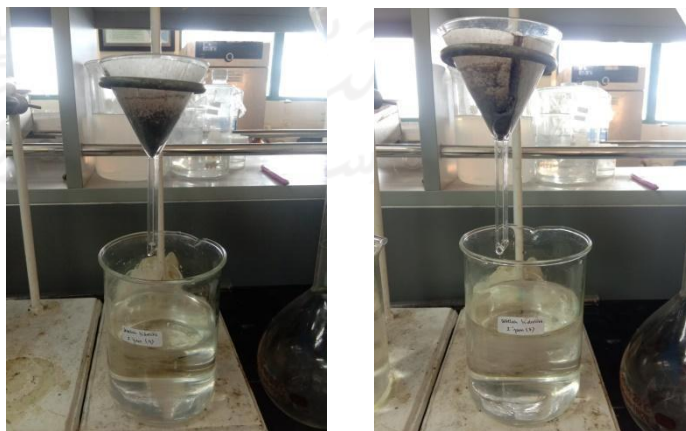
Gambar 3.3. Uji kadar zat ekstraktif



Gambar 3.4. Uji kadar α - γ - β -selulosa



Gambar 3.5. Uji kadar lignin metode klason



Gambar 3.6. Penyaringan untuk sampel pengujian kadar lignin terlarut asam

